

Salvador Vaquer Moreno

Enginyer Industrial

Octubre 2003 (pla 94)



Projecte fi de carrera
Enginyer Industrial

Projecte de millores de futur en l'exploració
d'una central mini hidràulica

MEMÒRIA

Autor: Salvador Vaquer Moreno
Director: Antoni Sudrià Andreu
Convocatòria : Octubre 2003 (pla 94)



Escola Tècnica Superior
d'Enginyeria Industrial de Barcelona





PROJECTE DE FI DE CARRERA

Curs:

TITULACIÓ:

Pla:

INTENSIFICACIÓ:

Cognoms:

Nom:

Domicili:

Ciutat:

C.P.:

Tel.:

e-mail:

DNI / PASSAPORT:

Realitzat en col·laboració amb:

DNI / PASSAPORT:

TÍTOL:

Resum de les parts del contingut del projecte:

ENREGISTRAMENT

Director/a:

Coordinador de PFC
Antonio CREUS SOLE

Cap d'estudis de 2n cicle
Rafael RUIZ MANSILLA

Segell i data Ord. d'Estudis

LLIURAMENT: Aquest projecte s'ha realitzat durant el període / / a / / , i es considera apte per a la seva valoració

Vist-i-plau director/directora i/o ponent Data: / /

Informe del tribunal

Valoració global prèvia a la defensa

Qualitat de la presentació

Defensa a les preguntes del tribunal

VALORACIÓ GLOBAL INDIVIDUAL

President

Vocal 1r

Vocal 2n

President: _____ Vocal 1r: _____ Vocal 2n: _____

QUALIFICACIÓ DEL TRIBUNAL: Data

d

de

Nota:

()

Departament			Clau principal	Claus secundàries					
	Codi	Nom	CP1	CS1	CS2	CS3	CS4	CS5	
	702	Ciència dels Materials i Enginyeria Metal·lúrgica	Materials	Ceràmics	Metalls	Polimers	Biomaterials	Mètodes Numèrics	
	706	Enginyeria de la Construcció	Construcció	Estructures					
	707	Enginyeria de Sistemes, Automàtica i Informàtica	Automàtica	Bioenginyeria	Robòtica	Informàtica industrial			
	709	Enginyeria Elèctrica	Electrotècnia	Automàtizació	Línies i Xarxes	Accionaments E.			
	710	Enginyeria Electrònica	Electrònica	El. de Potència	Microelectrònica				
	711	Enginyeria Hidràulica, Marítima i Ambiental	Hidràulica	Maq. Hidràuliques					
	712	Enginyeria Mecànica	Mecànica	Fabricació	Màquines	Transport			
	713	Enginyeria Química	Química	Medi Ambient	Reactors Q.	Q. Analítica	Polimers		
	715	Estadística i Investigació Operativa	Estadística	Qualitat					
	717	Expressió Gràfica a l'Enginyeria	Gràfics						
	721	Física i Enginyeria Nuclear	Física / Nuclear	Nuclear	Mecànica	Electrotècnia	Materials	Termoenergia	
	723	Llenguatges i Sistemes Informàtics	Informàtica	Gràfics	CAD	Internet			
	724	Màquines i Motors Tèrmics	Termoenergia	Motors	Termotècnia	Termodinàmica			
	725	Matemàtica Aplicada I	Matemàtica	Mètodes Numèrics	Estadística	Història Tècnica	Modelització	Gràfics	
	729	Mecànica de Fluids	Fluids	Maq. Hidràuliques					
	732	Organització d'Empreses	Gestió	Administració E.	O. Industrial	Economia	Recursos H.		
	736	Projectes d'Enginyeria	Projectes	Disseny	Luminotècnia	Innovació Tecnològica	Sist. Audiovisuals	Medi Ambient	
	737	Resistència de Materials i Estructures a l'Enginyeria	Estructures	Resistència	Mètodes Numèrics				

Projecte fi de carrera

Projecte de millores de futur en l'exploració d'una central mini hidràulica

Autor: Salvador Vaquer Moreno

Director: Antoni Sudrià Andreu

Convocatòria: Octubre 2003 (pla94)

RESUM

El projecte que aquí es presentat tracta l'estudi d'una mini central hidràulica. L'estudi es realitza des del punt de vista dels sistemes que la componen i la seva funció dintre d'una estructura més gran, que és l'estructura necessària per la producció d'energia elèctrica. Cada sistema és analitzat de forma més o menys detallada per tal d'entendre el seu funcionament, recopilar informació i veure quina importància té el sistema que s'estudia dintre de la producció d'energia.

El projecte el podem dividir en tres grans parts. La primera part està dedicada a l'estudi i comprensió dels sistemes que formen la central mini hidràulica i també la tecnologia específica aplicada a aquests sistemes. L'objectiu d'aquesta primera part, com ja he dit, és bàsicament la comprensió del funcionament del conjunt, però hi ha un altre objectiu important que és la recopilació d'informació. La informació de l'estat d'una empresa, tecnològicament parlant, és avui en dia molt importat ja que la base d'un bon futur és la innovació.

La segona part del projecte consisteix en l'anàlisi de tots els sistemes anteriors i proposar millores que aconseguixin reduir costos i millorar el sistema productiu d'energia elèctrica, per tant, podem veure que aquesta part està fortament relacionada amb la primera que ens servirà per veure quins punts es poden millorar. Cal dir que les propostes es realitzen en funció de la tecnologia avui dia existent i serà en un segon pas que es decidirà si és econòmicament viable per l'empresa portar aquestes propostes a terme o no.

Finalment, l'últim apartat consisteix en l'execució d'una d'aquestes propostes de millora. Concretament el projecte que es realitza és el d'innovació del control de l'escurat reixes i el bagant de descàrrega que hi ha al seu costat, tot utilitzant un mini autòmat programable.





SUMARI

Resum

Sumari

1- Introducció al projecte

2- Introducció a l'empresa

2.1- Petit resum històric

2.2- Situació actual

3- La mini central hidràulica

3.1- Casa comporta

3.2- Central hidràulica

4- Documentació de la situació actual

4.1- Casa comporta

4.1.1- Tipus de comandaments

4.1.2- Pannell de control

4.1.3- Sinòptic de control de les comportes

4.1.4- Explicació del funcionament dels autòmats

4.2- Canal

4.3- Central hidroelèctrica

4.3.1- Sala de màquines

4.3.2- Sala de control i maniobres

4.3.3- Zona de l'escura reixes

5- Proposta de millores

5.1- Introducció

5.2- Propostes

1) Posta al dia del sistema de control de l'escura reixes

2) Automatització de la comporta de descàrrega que hi ha davant de la casa comporta

3) Posta al dia de la comporta de descàrrega que hi just abans de la reixa

4) Telecomandament de la màquina petita. Millora del control de les dos màquines utilitzant noves tecnologies.



5) Projecte de l'accés, utilitzant fibra òptica o telefonia, a l'ordinador de control que es troba a la central.

5.3- Millores al sistema d'escura reixes

5.4- Millores als bagants de descàrrega properes a la casa comporta

5.5- Millores al bagant de descàrrega d'abans de l'escura reixes

5.6- Millores en el control de la màquina petita

5.7- Millora de l'accés al telecomandament

6- Automatització de l'escura reixes i bagant de descàrrega

6.1- Introducció

6.2- Millores

6.3- Objectius

6.4- Variables que integren el sistema

6.5- Funcionament del l'escura reixes

6.5.1- Manual

6.5.2- Automàtic

6.6- Funcionament del bagant de descàrrega

6.6.1- Manual

6.6.2- Automàtic

6.6.3- Modificacions

6.7- Les instal·lacions

6.8- Material

6.9- Disseny de l'armari

6.10- Nivells

6.10.1- Introducció

6.10.2- Disseny del nivell

6.11- Telecomandament

6.12- L'autòmat

6.12.1- Introducció

6.12.2- Alternatives

6.12.3- Característiques principals del mini autòmat utilitzat

6.12.4- Característiques tècniques

6.12.5- Programació

6.12.6- Connexió de l'alimentació



6.12.7- El mòdul d'expansió

6.12.8- El programa de programació

6.13- Pressupost del material

6.14- Diagrames de Gantt de l'execució del projecte

6.15- Petites instruccions de funcionament del quadre

7-Pressupostos

7.1- Pressupost de l'estudi previ

7.2- Pressupost de les millores al control de l'escura reixes

7.3- Pressupost d'altres millores a realitzar

Annex A: Característiques de l'autòmat Logo! 230-RC

Annex B: Mini autòmat Logo! 230-RC per seleccionar les comportes

Annex C: Mini autòmat Logo! 230-RC per control de nivell ecològic

Annex D: Llistat de components, entrades i sortides de la casa comporta

Annex E: Llistat de components, entrades i sortides de la central

Annex F: Informació continguda al CD

Annex G: Esquemes dels quadres elèctrics i dels programes

Conclusions

Agraïments

Bibliografia





1- Introducció al projecte

El projecte següent tracta sobre el funcionament d'una central mini hidràulica real de nom "Central hidroelèctrica St. Quintí", situada a la comarca de Ripollès, concretament a tres quilòmetres de l'entrada de la població de Ripoll. El projecte es centra en el procés de producció i el seu entorn immediat, és a dir, des de la captació d'aigua a la presa, que inclou: casa comporta, comportes de descàrrega, canal i sistemes de control; fins que l'aigua surt de la turbina: turbines i sistemes de control d'aquestes.

Així, el projecte es pot dividir en tres grans parts, una primera dedicada a la documentació de la central hidroelèctrica, la segona tracta les possibles millores a realitzar en l'explotació en un termini més o menys llarg i la tercera part consistirà en la realització d'una d'aquestes propostes.

Quant a la documentació és un punt molt important en qualsevol empresa ja que permet estalviar temps i no haver de repetir les coses més d'una vegada. La documentació ha d'estar ben estructurada i amb possibles ajudes que permetin al lector una ràpida comprensió si no s'està habituat a utilitzar una certa tecnologia o forma de representació. Més important que tenir tota la documentació necessària és tenir-la actualitzada dia a dia, amb qualsevol possible modificació.

Quant a les possibles millores, les que es presenten en aquest projecte es basen en la disminució de costos, rendiment de les instal·lacions ja existents, rendiment de les possibles maniobres i facilitat de treball. Tot hi així l'objectiu bàsic de la proposta d'aquestes millores és pel fet que la innovació, en tots els nivells i en el cas que ens ocupa, innovació tecnològica, és un factor bàsic per tirar endavant una empresa. La viabilitat econòmica de les propostes des del punt de vista de la situació econòmica de l'empresa no es tracta, per tant en un segon pas s'haurà de mirar si l'empresa podria suportar, econòmicament, les millores aquí proposades.





2- Introducció a l'empresa

2.1- Petit resum històric

Elèctrica Vaquer és una empresa que dedica la seva activitat econòmica a la producció, distribució i venda d'energia elèctrica.

La seva fundació ens remunta fins a l'any 1890 quant el Sr. Ramon Vaquer i Alivés va idear l'aprofitament de la força d'un molí fariner, per a subministrar enllumenat públic i particular a la vila de Ripoll. Així, Ripoll es va convertir en la segona població de la província de Girona en tenir enllumenat públic, després, es clar, de la capital, Girona que ja en gaudia des de l'any 1886.

Tot hi així, no va ser fins l'any 1892, en el qual el Sr. Ramon Vaquer juntament amb el Sr. Llorenç Sunyer i Colt (comerciant Ripollès que havia obtingut amb anterioritat la concessió de l'enllumenat públic via subhasta), van formar societat amb el nom de "Sociedad del alumbrado eléctrico de Ripoll".

És a partir del 3 d'agost de 1892 que formada la societat es comença a donar llum "...a quatre cèntims de pesseta per hora de cada làmpada de deu bugies..." que haurà de durar "...fins a les quatre de la matinada en les festivitats de Nadal i Cap d'Any, dies de Festa Major i Diumenges i Dimarts de Carnaval, i fins a la una els tres mesos d'estiu...".

Ven aviat, degut als grans avantatges que suposa, per la il·luminació, l'ús d'energia elèctrica enfront del petroli, fa que la demanda vagi augmentat i es facin una sèrie de millores en els anys que precediran:

- Construcció d'una resclosa 30cm més alta, per aprofitar millor el cabal del riu Ter, que era aproximadament de $4,5\text{m}^3/\text{s}$ i donava una força (amb la turbina instal·lada) de 250cv.
- El 1920 es posa en marxa una turbina Francis de 267 Hp.
- Subministrament per part de la casa A.E.G. d'un alternador de 200kva.



- El 1921 es signa un contracte de subministrament de 50kwh amb l'empresa "Sociedad espanyola hidràulica de Freser (FECSA)"
- La demanda creix i el 1929 s'instal·la un motor de gas-oil de 110cv, connectat a un alternador de 90kva a 3.000V. Avui en dia encara en estat de funcionament, però que no s'utilitza.

L'any 1940 es produeix una gran riuada que causa greus desperfectes tant al canal com a la central. Aquest fet, juntament amb les circumstàncies econòmiques i socials per les quals el país atravesava, fa que la recuperació tardi uns deu anys a produir-se en la seva totalitat.

A partir del 1950, al producció es manté estable i el preu del kw es triplica cada cinc anys. Comença un període d'esclat econòmic.

El 1957 entra a la direcció de l'empresa el Sr. Salvador Vaquer i Sadurní, el qual dona un gran impuls renovador a l'empresa. Així: es substitueix la turbina vella per una Francis Helice Lawczek de 145 CV, es construeix un edifici per l'alternador de 120kva i es canvia la línia de mitja tensió per un cable d'aram de 50mm². Aquests canvis juntament amb l'expansió de la xarxa, fan que els anys 60 hi hagi un creixement sostingut del 10%. Són anys de creixement, expansió i gran inversió, sobretot en la xarxa de baixa tensió (creació de noves estacions transformadores).

El 1982 es substitueix la línia de mitja tensió de la central a Ripoll per un cable d'alumini de 228mm², degut a l'augment de la població i del creixent consum energètic.

Tot i la forta recessió dels anys vuitanta i la riuada del 1982, és en aquesta època que s'instal·la un neteja reixes automàtic (1985) i es posa en marxa un acoblament semiautomàtic dels alternadors a la xarxa de tensió.

2.2- Situació actual

Elèctrica Vaquer és una empresa que des de fa uns quants anys, aproximadament 10, està passant per una seria de canvis, tant a nivell de l'organització de l'empresa com a nivell tecnològic.



L'adaptació continua al nous temps, als canvis tant a nivell de regulació com econòmic, fan que la innovació sigui fonamental per tal de no quedar-se enrere i poder continuar donant una gran qualitat de servei, cosa que en aquest negoci és fonamental ja que el producte que s'ofereix és el mateix per totes les empreses. Així, els punts forts i diferenciadors que hi pot haver entre diferents empreses són:

- 1.- La qualitat de servei
- 2.- L'atenció al client

A nivell legislatiu les coses en els últims temps estan canviant molt. Des de fa un temps s'està impulsant, des del govern central, una reforma en la qual s'opta per la liberalització del mercat elèctric. Aquest fet ha estat un gran trasbals per totes les empreses del sector, sobretot les petites, que amb els seus pocs recursos han de fer front a una sèrie de canvis molt importats: adaptació als nous tipus de tarifes, adaptació als nous tipus de clients, càlcul de nous paràmetres alhora de concedir descomptes als clients (TIEPI, NIEPI)...

A nivell tecnològic la millora en les instal·lacions és bàsic per poder tirar endavant en un mercat cada cop més competitiu. Aquestes millores ens permetran a llarg termini:

- 1.- Donar una millor qualitat de servei tot reduint el nombre d'interrupcions, reduint la durada d'aquestes interrupcions...
- 2.- Reduir costos, intentant produir el màxim possible per així haver de comprar menys, sobretot en les hores punta.
- 3.- Fer la feina dels treballadors més amena i reduir temps: en les possibles reparacions, en feines de manteniment; ja que això afecta directament a la producció d'energia.





3- La mini central hidràulica

Primerament farem una petita explicació, a grans trets, del que és la central mini hidràulica, del seu funcionament bàsic i els elements que la componen; posteriorment entrarem més a fons en l'explicació i documentació detallada de cadascuna de les seves parts: característiques, funcionament, integració dintre del sistema,...

L'estudi es realitzarà aigües a vall, és a dir, primer s'exposaran les característiques de la captació d'aigua (casa comporta i canal), per acabar amb l'explicació de la central pròpiament dita (alternadors, turbines, controls,...)

A nivell tecnològic podem dividir el que és la producció d'energia en dos grans blocs:

- 1) Casa comporta
- 2) Central hidroelèctrica

3.1- Casa comporta

Les comportes que hi ha al principi del canal han patit unes innovacions importants, han passat d'haver-se d'accionar manualment a funcionar amb uns grans pistons hidràulics. Més endavant es va automatitzar encara més tot el sistema de forma que l'accionament d'aquest es pot fer de forma remota des del mateix PC que controla la màquina gran.

El telecomandament el va realitzar l'empresa Sitel S.A. Degut a la distància entre la casa comporta i el PC, que es troba a la mateixa central, la connexió del l'autòmat amb el PC es realitza a través de fibra òptica. La senyal elèctrica és convertida en un primer moment en senyal lluminosa la qual viatja a través de la fibra òptica fins al PC situat a la central, un cop a la central la senyal lluminosa es torna a convertir en senyal elèctrica i arriba al PC a través d'un bus de comunicacions tipus RS-232.

Com en el cas anterior, la visualització en el PC, es realitza a través del Scada TEDIS, en el qual podem veure un sinòptic de la posició de les comportes, podem visualitzar les dades observades i actuar a través de l'autòmat sobre el sistema.



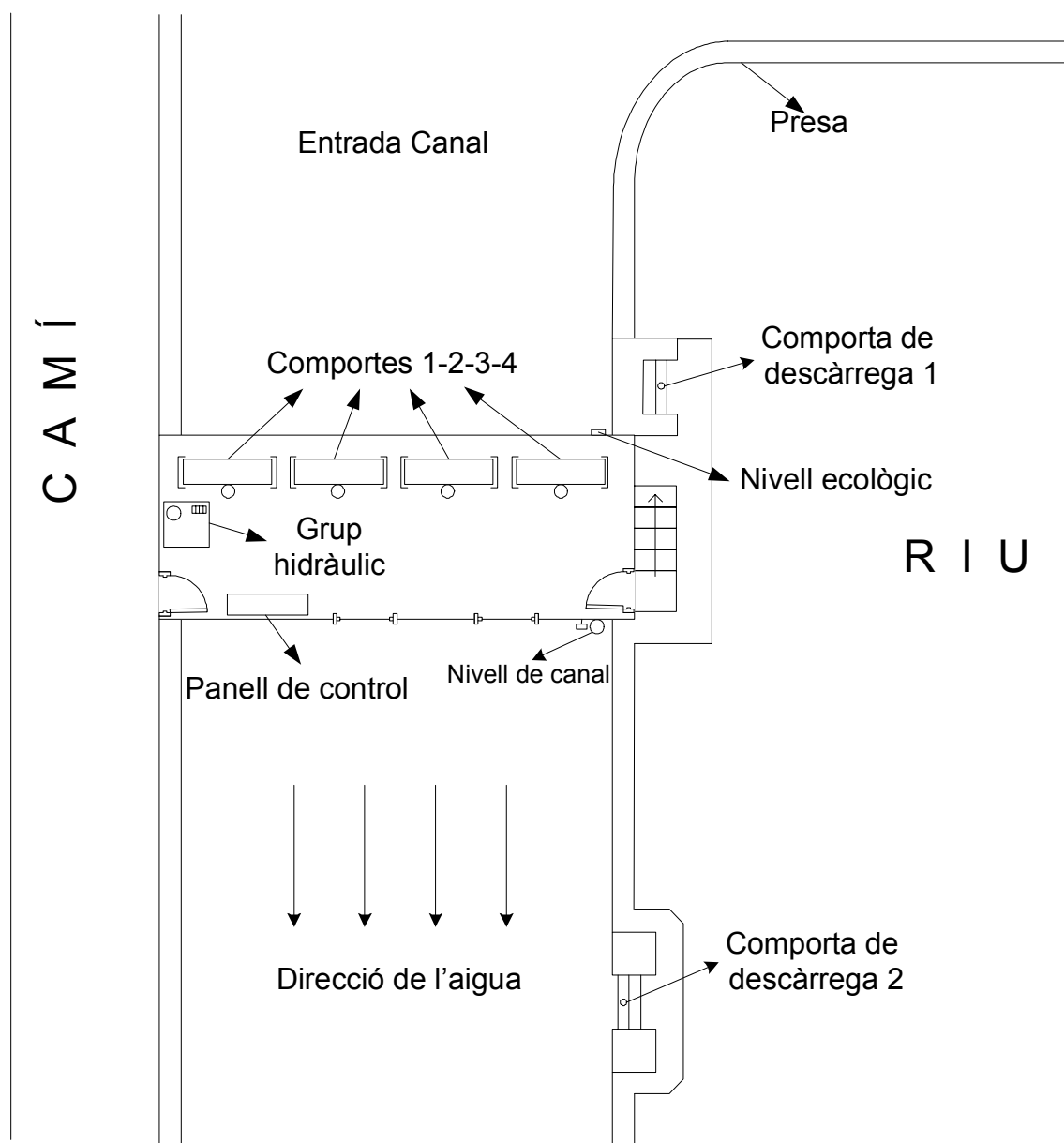


Figura 3.1: Esquema general de la casa comporta



3.2- Central hidroelèctrica

L'empresa és propietària d'un salt d'aigua d'aproximadament 5m d'alçada a al conca del riu Ter. L'aigua alimenta dues turbines de tipus Francis "Helice Lawaczeck" a l'eix de les quals hi ha connectat un alternador.

El control de les màquines es realitza a través de dos autòmats programables independents (un per cada màquina) de la mateixa marca: Omron SYSMAC C60K; i dos esclaus per cada autòmat: Omron C16K. Cada autòmat s'encarrega de fer l'acoblament a la xarxa de les màquines, també de regular la seva potència en funció del nivell de l'aigua del canal, tot obrint i tancant la turbina corresponent. Aquestes funcions es poden fer de forma automàtica o manual.

Per realitzar les operacions de forma automàtica, l'autòmat consta d'una sèrie d'entrades i sortides tant digitals com analògiques; així podem destacar: posició turbina, nivell d'aigua, revolucions, acoblar, desacoblar, obrir turbina, tancar turbina, temperatura de coixinets,...,etc.

Paral·lelament a aquest sistema i només per la màquina gran, la de 200KVA, es va implementar en el seu moment un sistema de control de la màquina via PC. L'empresa encarregada de fer el desenvolupament del sistema va ser Sitel S.A. Aquesta empresa es caracteritza per desenvolupar ells mateixos totes les fases dels projectes: programes, software, hardware, instal·lació, manteniment... És per això que l'autòmat modular que s'encarrega de la gestió del sistema no existeix al mercat ja que està fabricat per ells mateixos. Cal remarcar que aquest sistema només actua de forma binària sobre l'autòmat principal (Omron SYSMAC C60K), és a dir l'autòmat que veritablement regula l'estat de les màquines de forma automàtica no és l'instal·lat per Sitel S.A. Per tant des de l'ordinador el que podem fer és obrir i tancar la turbina, acoblar i desacoblar la màquina,..., i conèixer dades sobre l'estat del sistema. La comunicació entre l'autòmat i el PC es realitza mitjançant un bus RS-232.

La visualització de tot el sistema en el PC es realitza mitjançant un Scada anomenat TEDIS, realitzat per la mateixa empresa Sitel S.A. en el qual es poden visualitzar totes les dades i estat de la màquina. Aquest Scada ens permet, entre altres opcions: generar sinòptics, visualització de mesures, realització d'informes periòdics, actuar a través de l'autòmat sobre la màquina, generar alarmes...





4- Documentació de la situació actual

4.1- Casa comporta

La casa comporta en una central hidràulica té varies funcions. La funció principal és la regulació de la quantitat d'aigua que entra dintre el canal; així, per exemple, en cas d'una crescuda sobtada del riu, la casa comporta ens evitarà possibles danys que l'aigua pogués causar a la mateixa central tot inundant parts que es troben per sota el nivell del canal. En aquest cas la casa comporta també ens evitarà l'entrada de grans quantitats de porqueria que podrien obstaculitzar l'entrada d'aigua a la turbina tot tapant la reixa. La regulació de l'aigua és molt important ja que en cas d'haver de fer tasques de manteniment del canal, la casa comporta ens permet tancar totalment l'accés d'aigua dintre del canal i així poder treballar en sec. Una altra funció important és la regulació del cabal ecològic que hem de deixar anar pel riu i finalment la casa comporta ens serveix de pont per accedir a dos de les comportes de descàrrega.

La figura 3.1, mostra un esquema general de la casa comporta i dels elements que la componen; així podem veure de forma ràpida la situació de cadascun dels elements dels quals passarem tot seguit a explicar el seu funcionament.

La casa comporta consta de quatre comportes accionades, cadascuna, per un pistó oleohidràulic. La pressió suficient és donada per un grup hidràulic que mitjançant quatre electrovàlvules dóna pressió als diferents pistons de doble efecte, tant perquè aquests pugin com perquè baixin.

La regulació de l'obertura de les comportes es pot realitzar de quatre formes diferents: manual, manual a través del pannel de control, remota i finalment automatitzada.



4.1.1- Tipus d'accionaments

Manual

Aquest és la forma més arcaica i menys utilitzada d'accionar les comportes ja que només està implementada per si en algun cas quedem sense pressió en el grup hidràulic, degut a un manca de llum o alguna altre possible circumstància. Consta d'una bomba manual situada just sota del grup hidràulic.

Manual a través del pannell de control

Les comportes també es poden obrir i tancar de forma manual, però en aquest cas prement un botó. Així, el primer que hem de fer és posar el selector de remot o local a la posició de local, tot seguit seleccionarem la comporta que volem pujar o baixar (indirectament actuem sobre les electrovàlvules) i després accionarem un dels dos botons (pujar o baixar) segons si volem obrir o tancar la comporta seleccionada. Tot això es realitza des d'un quadre de comandament situat a una de les parets de la casa comporta.

En el cas que estem tractant no tenim la informació de final de carrera o posició de cadascuna de les comportes ja que des del quadre de comandament ja podem veure l'estat en que es troba cada comporta, tot hi així, si que hi ha un indicador que ens diu quina és la pressió que està realitzant el grup hidràulic.

La figura 4.1 mostra un esquema d'aquest quadre de comandament per així poder localitzar amb més facilitat tots aquests indicadors i pulsadors. De la mateixa forma podem veure la situació del pannell de control dintre de l'esquema de la casa comporta si observem la figura 3.1.

Remota

Les comportes es poden regular de forma remota, mitjançant comunicació amb fibra òptica, concretament des d'un PC situat a la Central (1Km de la casa comporta). Des d'aquest punt podem actuar sobre les comportes de la mateixa forma que ho fèiem des de la mateixa casa comporta. En aquest cas com que no tenim la visual sobre les



comportes necessitem informació sobre la seva posició; així, el programa que ens permet actuar remotament sobre les comportes presenta les dades en un sinòptic sobre el qual a part de veure la informació, també hi podem actuar, fent canviar així l'estat d'algun paràmetre.

Automatitzada

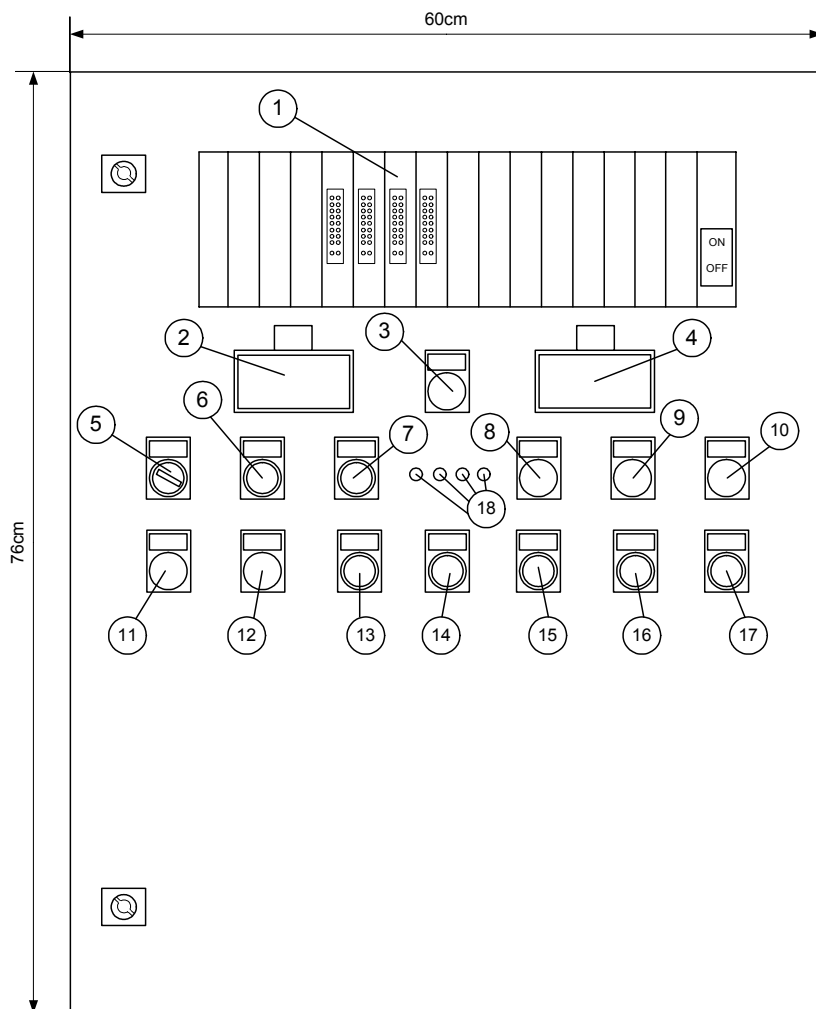
Aquesta funció està controlada per un mini autòmat Siemens Logo! 230-RC. L'autòmat obra i tanca les comportes de forma automatitzada en funció del nivell del canal. Així si les condicions són favorables per obrir, l'autòmat obra una de les comportes i si són favorables per tancar, tanca una de les comportes. Bàsicament aquest autòmat fa la funció de regular el cabal ecològic que cal deixar anar aigües avall. L'esquema del procés de regulació d'obertura i tancament automàtic, i l'esquema del programa que fa funcionar l'autòmat es troben a la carpeta d'esquemes. Les característiques de l'autòmat i les corresponents explicacions es troben als Annexos.

4.1.2- Pannell de control

El pannell de control i els mecanismes que el componen es troba situat a l'interior de la casa comporta. Aquest té unes dimensions de 60cm d'amplada per 136cm d'alçada. Està dividit en dos armaris, el superior de 60cm per 60cm i l'inferior de 60cm per 76cm.

L'armari inferior conté tot el què fa referència al telecontrol i a la seva tapa hi ha els pulsadors i la informació necessària per un control local. A l'armari superior hi ha tots els contactors, relés, autòmats,... i altres elements que formen el circuit de control i de potència.





- | | |
|------------------------------------|--|
| 1.- Targetes de l'autòmat de Sitel | 10.- Càmera ON |
| 2.- Pressió del grup hidràulic | 11.- Màquina petita oberta |
| 3.- Procés de regulació | 12.- Màquina gran oberta |
| 4.- Nivell del canal | 13.- Tancar comporta |
| 5.- Remot / Local | 14.- Selector de portes |
| 6.- Manual / Automàtic | 15.- Activar desactivar cabal ecològic |
| 7.- Obrir comporta | 16.- Activar desactivar circuit d'emergència |
| 8.- Nivell ecològic | 17.- Activar desactivar circuit de TV |
| 9.- Emergència | 18.- Comporta seleccionada |

Figura 4.1: Esquema de la part exterior del panell de control. Armari inferior.

La Figura 4.1, que mostra la part exterior del panell de control està format per els següents elements:

1. Targetes de l'autòmat de "Sitel" → aquesta part no és l'autòmat que controla la casa sino que en realitat són unes targetes esclaus d'un autòmat que es troba situat en una estació transformadora molt propera. Concretament tenim quatre targetes que ens donen un total de: 8 entrades analògiques, 16 sortides



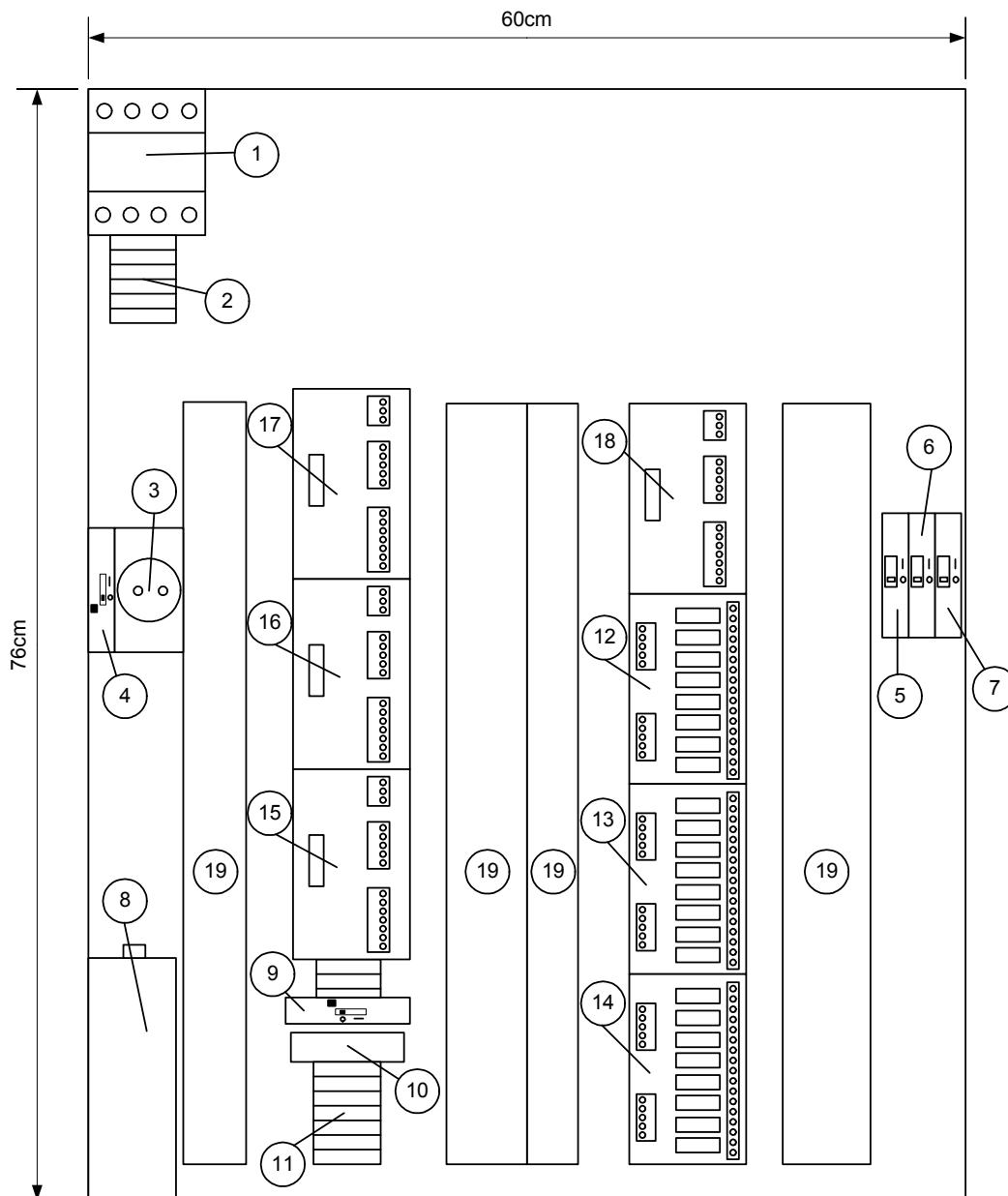
digitals i 32 entrades digitals. La funció d'aquestes targetes és aïllar l'autòmat del circuit de control i potència.

2. Pressió del grup hidràulic → en aquesta petita pantalla digital podem llegir la pressió que el grup hidràulic està donant als pistons quant aquest està en funcionament. Aquest aparell a part de donar-nos aquesta informació, consta d'un preset que ens dona una sortida en funció del valor que hem seleccionat. En el nostre cas, si la pressió és superior al valor +80, el grup hidràulic es parerà, per protegir el grup de sobrepressions.
3. Indicador de procés de regulació → ens indica quant el grup hidràulic està en funcionament.
4. Nivell de canal → en aquesta pantalla digital podem veure a quin nivell està l'aigua del canal per així poder deixar entrar més aigua o en canvi tancar una mica alguna de les comportes. Aquest element porta dos preselectors "presets" que ens permeten activar o desactivar els corresponents relés.
5. Selector de remot o local → aquest és un dispositiu de seguretat ja que en cas d'haver de manipular les comportes des de la mateixa casa o haver de fer feines de manteniment dintre de la casa, posant el selector a local, evitarem que es pugui actuar des de dos llocs diferents al mateix temps. Així aquest serà un element sobre el qual no podrem actuar de forma remota. El selector estarà a posició de remot quant miri cap a l'esquerra i en posició de local quant miri cap a la dreta i estigui encès el llum interior del selector.
6. Polsador per canviar de manual a automàtic → aquest polsador ens permet activar el funcionament automàtic de la casa comporta i al mateix temps ens garanteix un cabal ecològic pel riu. Aquest funcionament automàtic està controlat per un autòmat (A2) del qual posteriorment explicarem el seu funcionament. Estarem en posició d'automàtic quant la llum del polsador estigui encesa, sinó estarem en posició de manual.
7. Polsador d'obrir comporta → aquest polsador ens permet obrir la comporta que hem seleccionat. El llum que hi ha a l'interior del polsador s'obrirà quant l'estiguem prement.
8. Nivell ecològic → aquest és un indicador per saber si s'està deixant anar la suficient aigua pel riu per tal de respectar en nivell ecològic d'aigua que ha de baixar pel riu.
9. Indicador d'emergència → aquest és un indicador per saber si el circuit d'emergència està activat.



10. Indicador de càmera ON → aquest és un indicador per saber si la càmera que hi ha a l'exterior de la casa comporta està en funcionament.
11. Indicador de màquina petita oberta → aquest és un indicador per saber si la màquina petita està en funcionament.
12. Indicador de màquina gran oberta → aquest és un indicador per saber si la màquina gran està en funcionament.
13. Polsador per tancar comporta → aquest polsador ens permet tancar la comporta que hem seleccionat. El llum que hi ha a l'interior del polsador s'obrirà quant l'estiguem prement.
14. Polsador per seleccionar una de les quatre comportes → aquest polsador ens permet canviar la comporta que volem pujar i baixar. Cal destacar en aquest punt que rera el selector de comportes hi ha un mini autòmat (A1) que controla la seqüència per seleccionar una de les quatre comportes. Així, la seqüència és la següent: comporta 1, comporta 2, comporta 3, comporta 4, totes les comportes seleccionades, cap comporta seleccionada i un altre cop tornem a començar amb aquesta seqüència. El funcionament d'aquest autòmat s'explicarà en un punt més endavant.
15. Polsador per activar i desactivar cabal ecològic → aquest és un polsador activar els cabal ecològic, és a dir, deixar anar l'aigua suficient perquè el riu no s'assequi.
16. Polsador per activar i desactivar circuit d'emergència → aquest és un polsador per activar el circuit d'emergència i que totes les comportes baixin.
17. Polsador per activar i desactivar circuit de TV → aquest és un polsador per treure la corrent de la càmera de TV i per tant desactivar-la.
18. Indicador de la comporta seleccionada → aquesta part del pannel de control consta de quatre leds indicadors de cadascuna de les comportes. Aquí podem veure quina de les quatre comportes tenim seleccionada. Així, els leds seguiran la seqüència que hem comentat abans quant explicàvem el funcionament del selector de les compotes.





- 1.- Transformador 220/48V
- 2.- Borns de connexió
- 3.- Endoll de connexió
- 4.- Biestable d18
- 5.- Biestable d15
- 6.- Biestable d16
- 7.- Biestable d17
- 8.- Rectificador de tensió a 48V
- 9.- Biestable d19
- 10.- Filtre

- 11.- Borns de connexió
- 12.- Portarelés múltiple (B1)
- 13.- Portarelés múltiple (B2)
- 14.- Portarelés múltiple (B3)
- 15.- Mòdul d'optoïlladors (1)
- 16.- Mòdul d'optoïlladors (2)
- 17.- Mòdul d'optoïlladors (3)
- 18.- Mòdul d'optoïlladors (4)
- 19.- Canaletes de cables

Figura 4.2: Esquema de la part interior del pannel de control. Armari inferior.

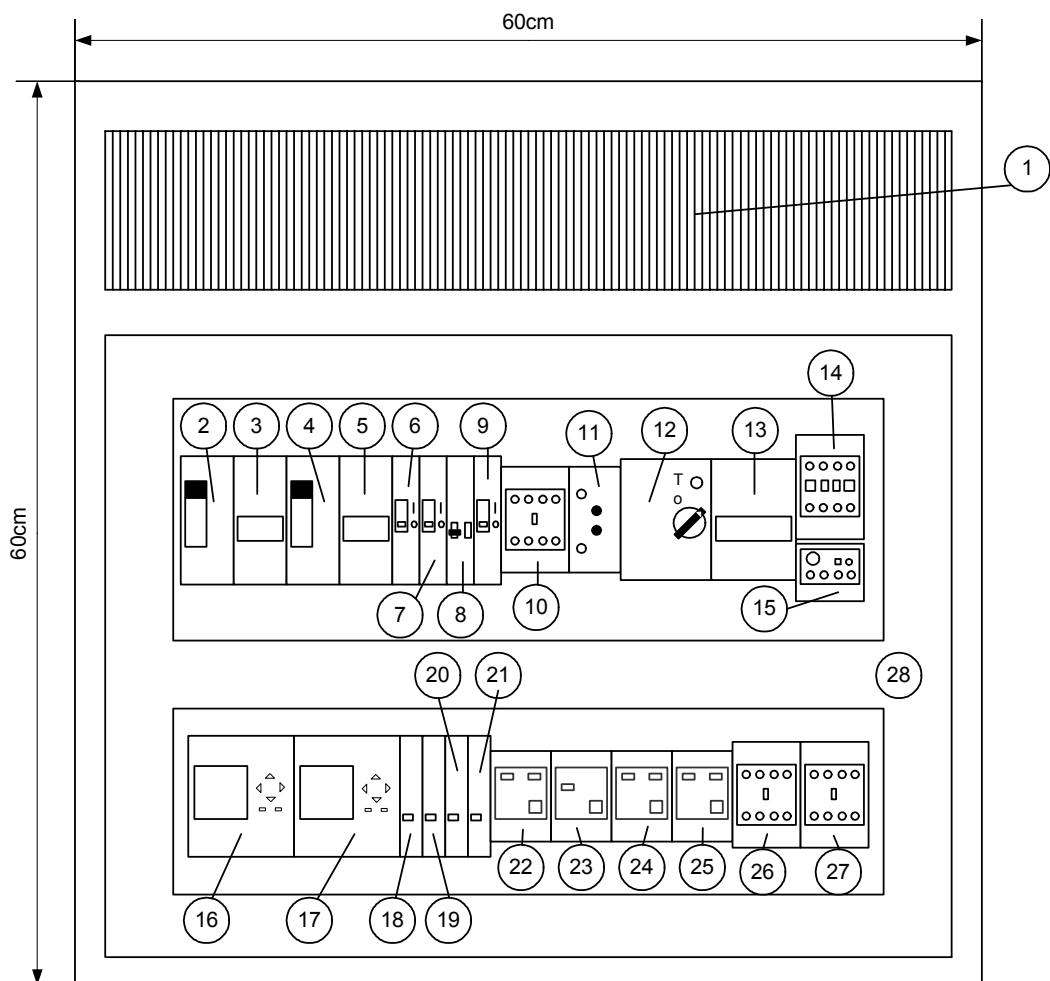


La figura de la pàgina anterior, figura 4.2, i la figura de la pàgina següent, figura 4.3, ens mostren de forma esquemàtica la composició i els elements que formen part de l'interior del pannell de control. Aquests esquemes poden ajudar a localitzar i entendre de forma més clara el funcionament de tot el sistema en general

Respecte a la figura 4.2, esquema de la part inferior del pannell, podem dir que és on es troba bàsicament tota la part d'alimentació, d'entrades digitals, sortides digitals i entrades analògiques. Totes aquestes senyals es troben opto-aïllades per així poder separar elèctricament l'esclau de l'autòmat i tota la part de potència (relés, biestables, contactors...). Aquesta funció es realitza en quatre mòduls que a l'esquema tenen els números 15, 16, 17, 18, alimentats a una tensió de 48V. En aquesta part del pannell també hi trobem tres mòduls de porta relés, amb 8 relés cadascun, alimentats a una tensió de 24V. Un altre dels elements importants d'aquest armari és el transformador de 230V a 48V situat a la part superior esquerra de l'armari, número 1 del a figura 4.2. A la part inferior esquerra trobem el rectificador de tensió que alimenta el sistema a 24V. També, per manca d'espai a la part superior, podem trobar varis biestables o telerruptors, la funció dels quals s'explicarà posteriorment.

Quant a la figura 4.3, esquema de la part superior del pannell, podem dir que és on es troben tots els elements de potència. És per la part superior d'aquest armari per on entren totes les senyals i és en aquest posició on es troba un gran borner on connectem totes les senyals, tant les que entren com les que surten. Hi podem veure els elements de protecció del motor i de la resta d'elements que formen el sistema de la casa comporta: magnetotèrmics i diferencials. En aquest armari hi trobem tots els relés, contactors, biestables i altres elements, sobre els quals actuarem per controlar el sistema. Un dels elements més importants que es troben en aquest armari són els dos mini autòmats programables, que com ja hem dit ens permetran per una part realitzar la seqüència de selecció de comporta (A1) i per una altra banda podrem connectar el control automàtic (A2).





- | | |
|----------------------|-------------------------|
| 1.- Borns | 15.- Relé tèrmic (RT1) |
| 2.- Diferencial 1 | 16.- Autòmata (A1) |
| 3.- Magnetotèrmic 1 | 17.- Autòmata (A2) |
| 4.- Diferencial 2 | 18.- Biestable (d7) |
| 5.- Magnetoèrmic 2 | 19.- Biestable (d8) |
| 6.- Biestable (d1) | 20.- Biestable (d9) |
| 7.- Biestable (d2) | 21.- Biestable (d10) |
| 8.- Biestable (d3) | 22.- Relé (d11) |
| 9.- Biestable (d4) | 23.- Relé (d12) |
| 10.- Relé (d5) | 24.- Relé (d13) |
| 11.- Relé (d6) | 25.- Relé (d14) |
| 12.- Diferencial | 26.- Relé (C2) |
| 13.- Magnetotèrmic 3 | 27.- Relé (C3) |
| 14.- Relé (C1) | 28.- Canaleta de cables |

Figura 4.3: Esquema de la part interior del panell de control. Armari superior.



4.1.3- Sinòptic de control de les comportes

En aquest punt explicarem el funcionament del sinòptic de la casa comporta i enumerarem tots els botons sobre els quals podem actuar i la informació que hi trobem.

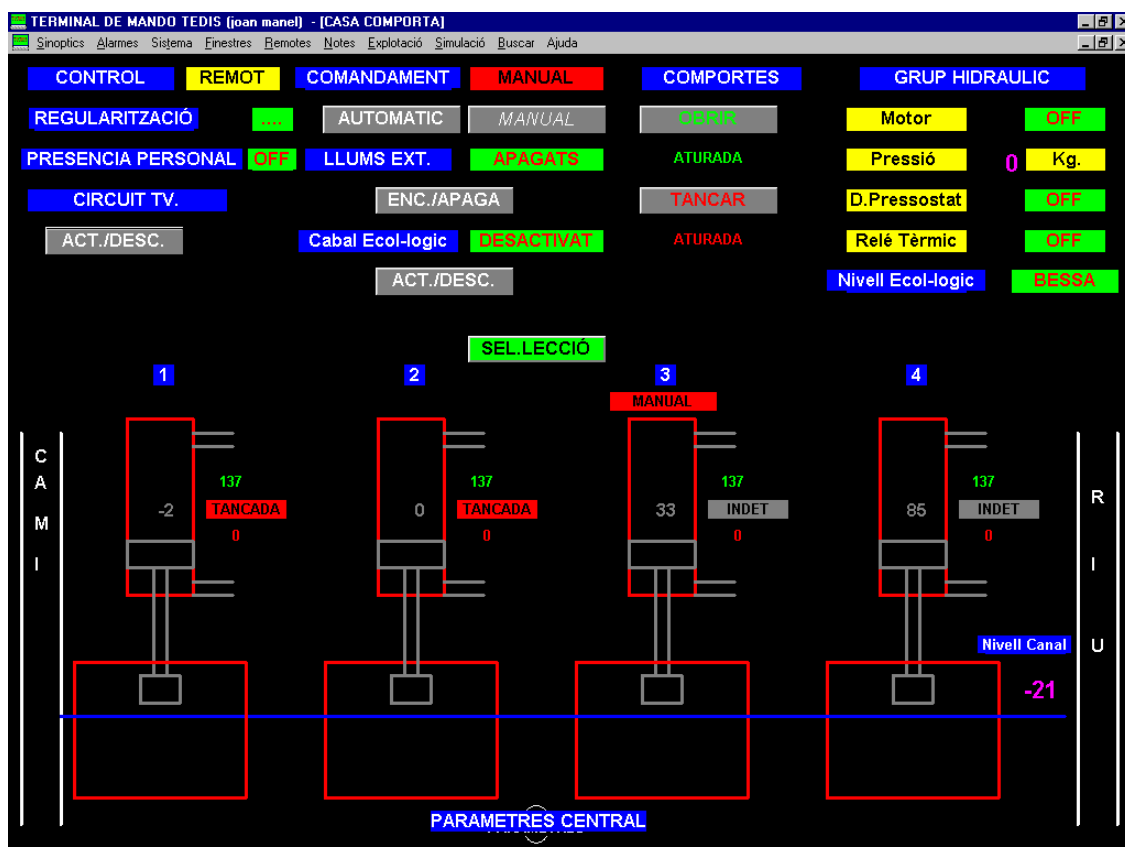


Figura 4.4: Sinòptic de control de la casa comporta

El funcionament del sinòptic és molt senzill ja que no hi ha cap part que estigui animada tot hi que pels dibuixos realitzats sembla que es puguin moure. Així, bàsicament el que podem fer amb aquest sinòptic és actuar sobre els diferents botons i veure la informació disponible. Quant als botons, la majoria tenen només dos estats: activat, desactivat, on, off, manual automàtic; excepte el seleccionador de comporta que per cada vegada que polsem actuem sobre l'autòmat A1 de selecció de comportes.



A la figura 4.4, sinòptic de control de la casa comporta, hi podem trobar la següent informació i els següents botons:

1. Control → aquest és un paràmetre informatiu ja que com hem comentat amb anterioritat aquest és un paràmetre que només es pot manipular des de la casa comporta per motius de seguretat, evitant així que s'actui al mateix temps des de dos punts diferents. El paràmetre pot estar a remot o local.
2. Regulació → aquesta informació no es troba disponible en el sinòptic.
3. Presencial personal → a l'exterior de la casa comporta hi ha un detector de presència personal, i en aquest lloc del sinòptic podem veure si hi ha algú prop de les instal·lacions.
4. Circuit TV → amb aquest botó podem activar o desactivar el circuit de TV que hi ha a l'exterior de la casa comporta.

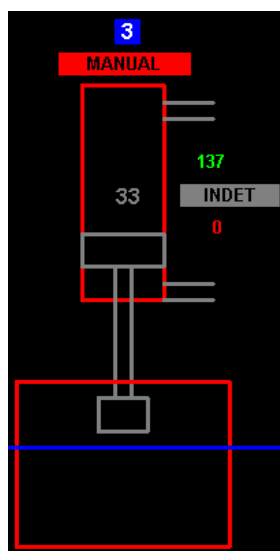


Figura 4.5: Ampliació del gràfic de la comporta del sinòptic de control.

5. La comporta → a cada comporta hi podem veure tres informacions diferents. Primerament, el número que hi ha a l'interior ens indica el grau d'obertura de la comporta, en el cas de la figura 5 la comporta està oberta fins al valor 33. Cal remarcar que el valor 0 significa que la comporta està totalment tancada i el valor 137 vol dir que està totalment oberta. Aquest valors de referència es troben a la dreta del valor de grau d'obertura només a títol informatiu. Segonament, sobre de cada comporta hi apareix el rètol "Manual"; aquest rètol només és indicador que la comporta està seleccionada. Finalment, entre els



valors 137 i 0 hi ha un rètol que en el cas de la figura 4.5 posa "INDET", aquest rètol canvia depenent de quina sigui la posició de la comporta, així, si la comporta ha arribat al final de carrera inferior el rètol posarà "TANCAT", si la comporta arriba al final de carrera superior el rètol posarà "OBERT" i si en canvi es troba enmig dels dos finals de carrera el rètol posarà "INDET". El valor entre 0 i 137 bé donat per uns potenciómetres dels quals cal remarcar que donen una senyal de tensió i les entrades digitals han de ser senyals de 4-20mA, així abans de passar la informació cap a l'autòmat de Sitel S.A. la senyal s'ha de transformar i aquest procés es realitza en unes petites plaques situades dintre del quadre de comandament.

6. Comandament → el comandament pot ser manual o automàtic. Des d'aquesta posició podem canviar el tipus de comandament i també podem veure de forma informativa quin és el tipus de comandament actual.
7. Llums exteriors → els llums exteriors a les instal·lacions es poden obrir i tancar des del sinòptic. Això ens permetrà veure més clarament la casa comporta des de la càmera de TV. A títol informatiu també podem veure l'estat de les llums.
8. Cabal ecològic → amb aquest paràmetre podem activar o desactivar la funció que té la casa comporta de cabal ecològic.
9. Selecció → aquest botó ens permet seleccionar una de les quatre comportes. Indirectament estem actuant sobre l'autòmat A1, de selecció de comportes, per tant polsant successives vegades el botó de selecció seguirem la seqüència programada.

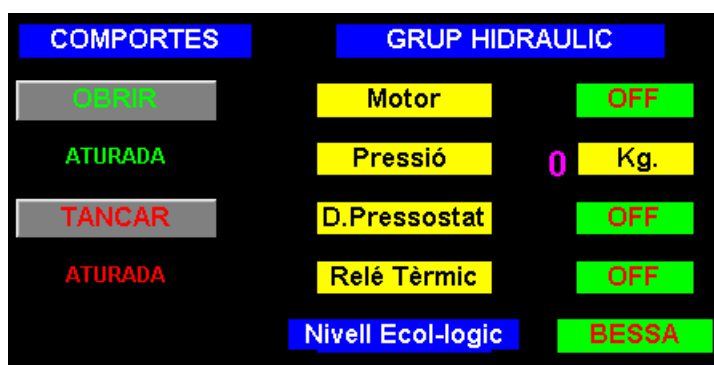


Figura 4.6: Ampliació del sinòptic de control de la casa comporta.

10. Comportes → el paràmetre de comportes està format per quatre camps: obrir, tancar, aturada en verd, aturada en vermell. Primerament cal remarcar que el



sistema funciona per impulsos, per tant cada vegada que premem obrir o tancar, la comporta seleccionada s'obra o es tanca un determinat espai que no és igual per cada comporta ja que depèn de la pressió del grup, el fregament de les portes i la pressió de l'aigua. El funcionament és el següent: quant obrim o tanquem la resposta del sistema no és immediata, per tant, hi ha un cert interval de temps que les portes estan baixant i no podem actuar sobre elles, en aquests instants el text "ATURADA" canvia de format indicant que estem regulant.

11. Grup hidràulic → aquesta part del sinòptic és bàsicament a títol informatiu i també serveix per assegurar el correcte funcionament de tot el sistema. Així podem veure la informació de si el motor del grup hidràulic està en funcionament o no, també podem veure la pressió de l'oli, en Kg, que exerceix el motor i finalment podem veure si les mesures de seguretat: pressostat i el relé tèrmic, s'han activat.
12. Nivell ecològic → aquí podem veure si estem deixant anar aigua pel riu o no. El rètol ens indica si la presa vessa o no vessa.
13. Nivell del canal → en aquest punt veiem el nivell de l'aigua del canal just després de la casa comporta.

4.1.4- Explicació del funcionament dels autòmats

Els autòmats utilitzats són, com ja he dit anteriorment, el Logo de la marca Siemens. Són mini autòmats amb sis entrades i quatre sortides que es programen mitjançant blocs funcionals. El model utilitzat és molt bàsic però que ens permet realitzar els dos processos que tot seguit s'explicaran.

Autòmat selector de comportes (A1)

Aquest autòmat bàsicament el que ens permet és la selecció de la comporta, que volem obrir o tancar, mitjançant un sol botó. La selecció de la comporta segueix la seqüència següent: primer la comporta seleccionada és la u, després la dos, la tres, la quatre, totes les portes seleccionades i finalment cap comporta seleccionada.



La relació d'entrades i sortides utilitzades per realitzar el programa és la següent:

	Entrades
I1	Automàtic
I2	Selector

	Sortides
Q1	Comporta 1
Q2	Comporta 2
Q3	Comporta 3
Q4	Comporta 4

Taula 4.1: Relació d'entrades i sortides de l'autòmat selector de comportes

L'entrada u, "automàtic", es refereix al mode de funcionament del sistema. Així, en cas que estiguem treballant de forma manual la entrada u no està activada i podem realitzar la selecció de la comporta que desitgem moure.

L'entrada dos, "selector", és l'entrada que rep la senyal del pulsador sobre el qual actuarem per seleccionar la comporta.

En quant a les sortides, fan referència a la comporta que hem seleccionat.

El programa es basa principalment en un bloc funcional que fa la funció de comptador.

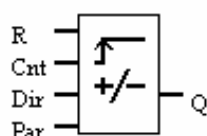


Figura 4.7: Gràfic del bloc funcional que fa la funció de comptador

Aquests blocs ens permetran comptar el nombre de pulsacions que realitzem sobre el pulsador del selector de comporta per poder seguir la seqüència ja comentada en el punt anterior.

La sortida (Q) d'aquest bloc s'activa quant el comptador ha superat o igualat el valor del paràmetre (Par) que hem seleccionat. L'entrada del bloc (Dir) el que ens permet



és que el comptador augmenti o disminueixi però en el nostre cas tots el comptador tenen aquest entrada a nivell baix ja que no la utilitzarem. L'entrada que si que utilitzarem serà la de reset (R) que ens permetrà posar el comptador a zero en el moment que ens interressi.

Els esquemes obtinguts a través de la simulació d'aquest autòmat amb el programa de l'empresa Siemens "Logo! Soft V.3.0", es troben a al carpeta d'esquemes.

Autòmat de maniobra automàtica (A2)

El primer que cal dir en aquest punt, és que l'estudi del funcionament del programa introduït en aquest autòmat, a través del simulador abans mencionat, no era el que s'esperava i ha estat modificat. Les correccions realitzades sobre el programa d'aquest autòmat són bàsicament de seguretat i els esquemes dels dos programes, el nou i l'antic, es troben a la carpeta d'esquemes.

Les entrades i sortides que s'utilitzen en el funcionament d'aquest autòmat són les següents:

	Entrades
I1	Automàtic
I2	Condicions d'obrir
I3	Condicions de tancar
I4	Comportes obertes
I5	Comportes tancades

	Sortides
Q1	Obrint
Q2	Tancant
Q3	Regulant

Taula 4.2: Relació d'entrades i sortides de l'autòmat de maniobra automàtica



El funcionament és molt senzill, en funció de si les condicions per obrir o tancar són favorables o les comportes estan totes obertes o tancades, l'autòmat dóna una pulsació per d'obrir o tancar les comportes.

En aquest punt és important explicar quines són les condicions que s'han de complir perquè arribi la senyal, a l'autòmat, de condicions d'obrir o tancar. El gràfic de l'esquema elèctric d'aquestes condicions es pot observar a la figura 4.8 i el llistat de contactors que hi intervenen és el següent:

Contactor	Funció
Nivell baix	Nivell del canal
Nivell alt	Nivell del canal
d3	Cabal ecològic
d6	Control de nivell
d7	Aux. cabal ecològic
d8	Aux. control de nivell
d16	Màquina gran oberta
d17	Màquina petita oberta

Taula 4.3: Relació de relés que regulen la maniobra automàtica

Les condicions d'obrir són bones quant el nivell del canal és baix i, o el control de nivell ecològic ens diu que hi ha aigua suficient o hem activat el cabal ecològic (SD34 o b3).

Les condicions de tancar són bones quant el nivell de canal és alt i les dos màquines estan en funcionament o també pot ser que les bones condicions es donin quant el control de nivell ecològic ens diu que no hi ha aigua suficient i que el cabal ecològic no està activat.



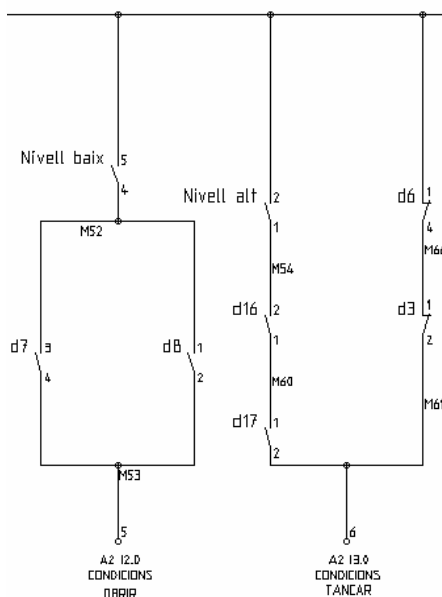


Figura 4.8: Esquema elèctric de les condicions d'obertura o tancament

Per altre part sabem que l'estabilització del nivell del canal és variable i difícil de controlar, un cop hem realitzar la operació d'obrir o tancar el nivell del canal tarda un cert temps a estabilitzar-se. És per això que el programa introduït a l'autòmat consta de dos temporitzadors, un de retard a la connexió i un altre de retard a la desconexió. El temporitzador de retard a la connexió, el paràmetre del qual podem variar, és el que ens permet deixar un temps d'espera perquè els nivells s'estabilitzin i les condicions d'obertura o tancament puguin variar. El temporitzador de retard a la desconexió el que ens permet és regular la durada de l'impuls que donem al grup hidràulic, per tant, indirectament podem controlar el desplaçament de la comporta que estem obrint o tancant. Els blocs funcionals que representen aquestes dos funcions són els següents:

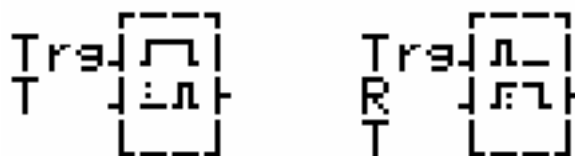


Figura 4.9: Blocs funcionals del temporitzadors de retard a la connexió i a la desconexió



4.2- Canal

El canal aprofita les aigües del riu Ter, un cop aquest ja ha passat per la població de Ripoll, les aigües del qual són recollides per una presa construïda amb pedra d'aproximadament dos metres i mig d'alçada. El canal té aproximadament 792 metres de llargada. És un canal amb un mur de pedra per cada costa i en un principi era fet amb solera de sorra cosa que amb el temps s'ha anat recobrint amb ciment, bàsicament per facilitar la neteja d'aquest quan s'omple amb rocs i sorra que prové del riu.

Al llarg de tot el canal hi ha una seria de comportes que serveixen per buidar i netejar el canal. Aquestes comportes estan distribuïdes aproximadament de la forma següent: la primera es troba just abans de la casa comporta; entre la casa comporta i quaranta-set metres més enllà hi ha un parell de comportes més; al cap de 217 metres més enllà de la casa comporta n'hi ha una altra; als 400 metres en tronem una altra; una altra als 579; i la última es troba just abans de l'escura reixes. És justament en aquest punt, davant de l'última comporta, on hi ha un pou situat de forma transversal al canal de un metre i mig d'alçada i dos d'amplada, la utilitat del qual és evitar que sorra, rocs petits, i altres objectes de petites dimensions que arriben rodolant per la solera del canal puguin travessar la reixa i entrar al pou de la turbina.

El desnivell que es guanya respecte al riu, comptant des del fondo de la sortida de les turbines fins a la coronació de la presa és de 6,3 metres, resultant un salt útil de 5,03 metres. Així, sabent que la llargada del canal és de 792, la pendent mitja del canal és d'aproximadament del 0,2%.



4.3- Central hidroelèctrica

La central hidroelèctrica consta bàsicament de tres parts ben diferenciades:

- 1.- Sala de màquines (n'hi ha dos d'independents)
- 2.- Sala de control i maniobra
- 3.- Zona de l'escura reixes

Aquesta classificació ens ajudarà a entendre millor la central elèctrica i el seu funcionament.

4.3.1- Sala de màquines

Com ja he comentat anteriorment la central consta de dos grups de producció d'energia elèctrica independents. Així tenim dos turbines, que s'alimenten amb aigua del mateix canal, dos alternadors i dos excitatrius, una per cada alternador. La màquina gran produeix 200KVA i la màquina petita 120KVA.

Turbines

La turbina de la màquina gran data de l'any 1959. És una turbina de tipus Francis "Helice Lawaczek" d'eix horitzontal, en càmara oberta, amb regulació exterior i té les següents característiques:

Característiques principals	
Salt útil mig en marxa	5,2m
Cabal d'aigua a plena admissió	3,9m ³ /s
Potència efectiva a eix del motor	219cv / 161Kw
Velocitat en RPM	200rpm
Velocitat d'embalament en RPM	403rpm

Cabdal i rendiment	
3,9m ³ /s. A plena obertura	219cv / 161Kw
2,92m ³ /s. A ¾ d'obertura	170cv / 125Kw
1,95 m ³ /s. A ½ d'obertura	97cv / 71Kw

Taula 4.4: Característiques principals de la turbina de l'alternador gran



La turbina que fa girar l'alternador petit és del mateix tipus que l'anterior: Francis "Helice Lawaczeck" d'eix horitzontal, en càmara oberta, amb regulació exterior i té les següents característiques:

Característiques principals	
Salt útil mig en marxa	5,2m
Cabal d'aigua a plena admissió	2,1m ³ /s
Potència efectiva a eix del motor	145cv / 106Kw
Velocitat en RPM	250rpm

Taula 4.5: Característiques principals de la turbina de l'alternador petit

Màquina gran

La màquina gran està situada a la dreta del canal i tot i que en dimensions és més petita la potència que dóna és molt més gran que la potència que pot arribar a donar la màquina petita. La figura següent ens mostra la disposició dels elements que formen aquesta màquina.

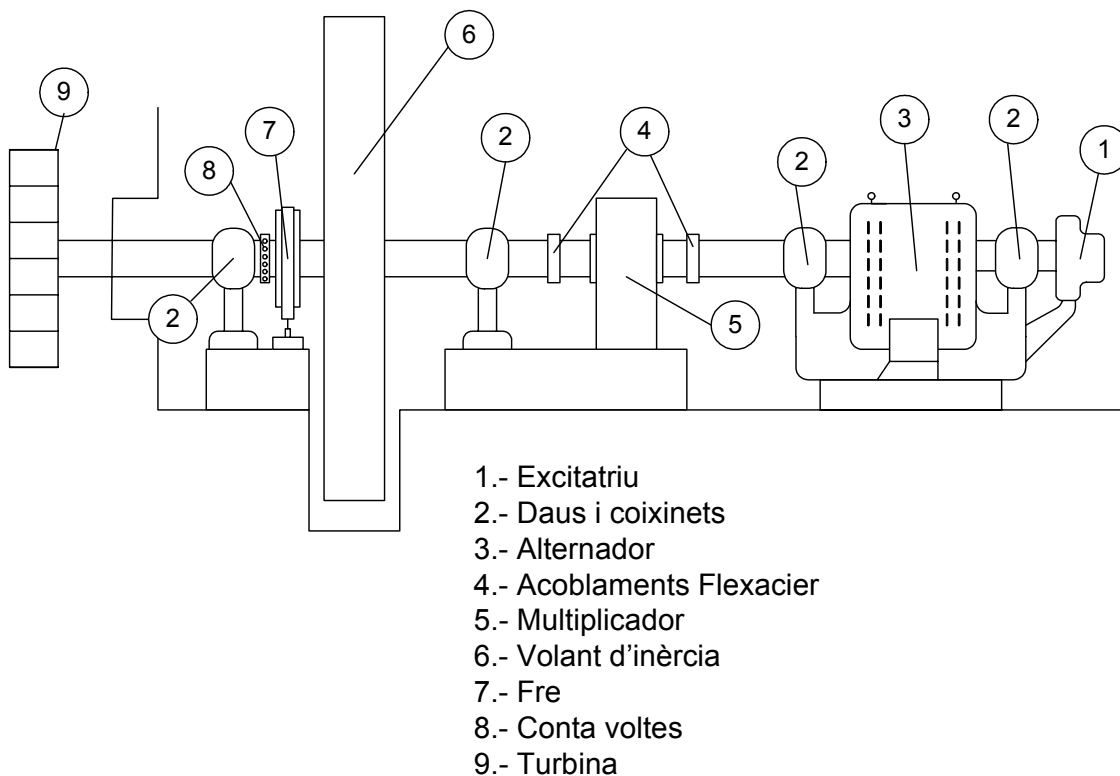


Figura 4.10: Esquema de la màquina gran



La placa de característiques d'aquesta màquina és la següent:

Alternador					
GENERADOR	2053848	TIPUS	ESD 750/200	FREQÜÈNCIA	50Hz
VOLTS	Y/3000	AMP	38.6	PRM	750
EXIT. VOLTS	110	KVA	200	COS(ϕ)	0.8

Excitatriu					
GENERADOR	2053869	TIPUS	MPM 35	RPM	750
KW	5.4	VOLTS	115	AMP	47

Taula 4.6: Placa de característiques de la màquina gran

Es pot veure que la velocitat a la qual aquesta màquina ha de girar és molt superior a la velocitat a la que gira la turbina. És per això que entre turbina i alternador hi ha situat un multiplicador de voltes, és a dir, un engranatge que ens transforma la velocitat de gir de la turbina a la velocitat de gir que necessita l'alternador. Aquest multiplicador té les següents característiques:

Característiques					
MARCA	TACKE-OLALDE	TIPUS	NHI-280		
RELACIÓ	3.856	POTÈNCIA	200KW		
PPM ENTRADA	195	RPM SORTIDA	750		

Taula 4.7: Placa de característiques del multiplicador de la màquina gran

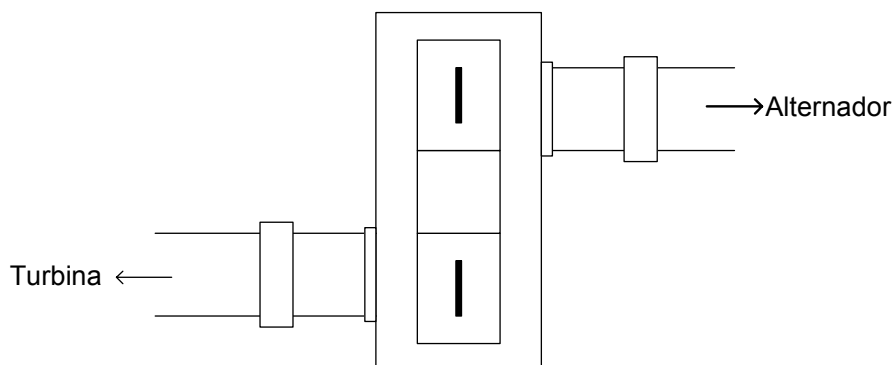


Figura 4.11: Vista superior del multiplicador



Una altre característica d'aquesta màquina és que, al ser un alternador de dimensions reduïdes hi ha col·locat entre la turbina i el multiplicador un volant d'inèrcia que ens permetrà absorbir els canvis de parell que es puguin produir a l'eix de la màquina.

Un altre element que ens absorbeix aquestes fluctuacions són els anells elàstics que hi ha a cada banda del multiplicador. Aquest element és com una molla que a part de tenir la funció ja mencionada també fa de fusible mecànic en cas que el cop sigui molt fort.

Aquesta màquina consta d'un fre activat per un petit pistó hidràulic, utilitzable només en el cas que vulguem desembalar la màquina de forma més ràpida en el procés de parada.

Màquina petita

La màquina petita està situada a l'esquerra del canal. És una màquina formada per menys elements, per una part, pel fet que l'alternador treballa a la mateixa velocitat que la turbina i això ens estalvia el multiplicador que tenim a la màquina gran, i per altra part, al ser de dimensions més grans que l'anterior, el rotor de l'alternador fa al mateix temps de volant d'inèrcia.

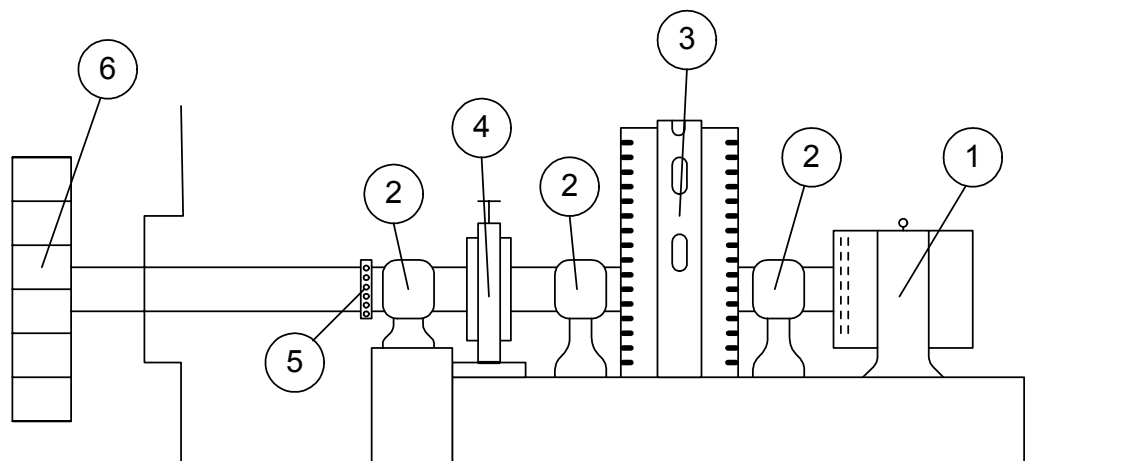
La placa de característiques d'aquesta màquina és la següent:

Alternador (Siemens)					
GENERADOR	294817 CO	TIPUS	A/t FW460/2.24	FREQÜÈNCIA	50Hz
VOLTS	3000	AMP	23.1	PRM	250
EXIT. VOLTS	124	KVA	120	COS(φ)	0.75

Excitatriu (Siemens)					
GENERADOR	298418 CO	TIPUS	AGV 260 C	RPM	250
KW	5.6	VOLTS	124	AMP	45

Taula 4.8: Placa de característiques de la màquina petita





- 1.- Excitatriu
- 2.- Daus i coixinets
- 3.- Alternador
- 4.- Frè
- 5.- Conta voltes
- 6.- Turbina

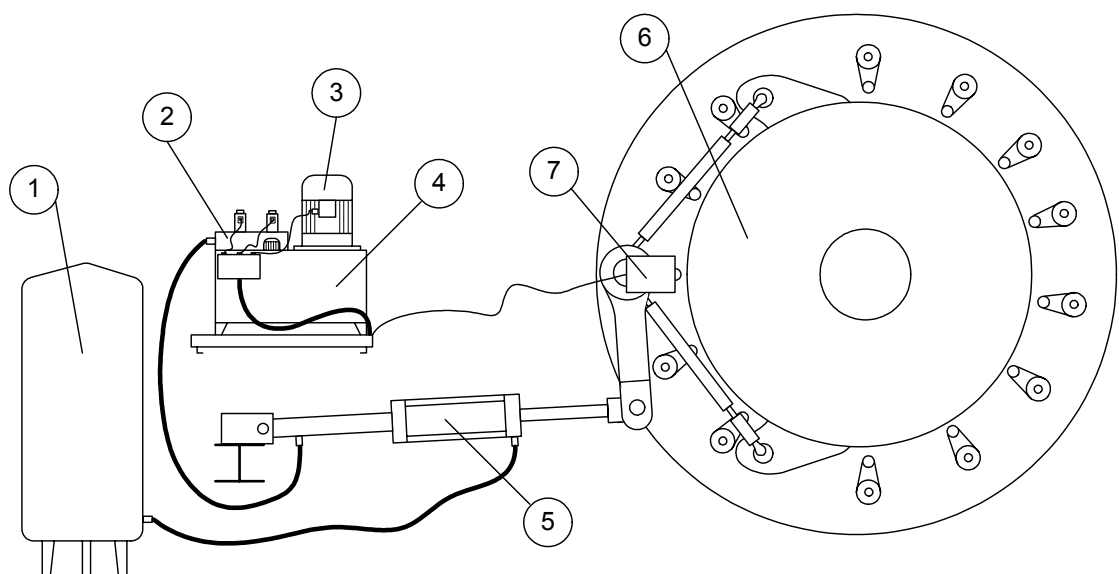
Figura 4.12: Esquema de la màquina petita

Braç hidràulic

Destaquem en aquest apartat el sistema d'obertura i tancament de les pales de la turbina, ja que en el total del sistema té una importància especial. Les dos turbines, al ser molt semblants, tenen el mateix sistema d'obertura i tancament de les seves pales, per això només n'explicarem un ja que l'altre és equivalent.

La figura següent mostra un esquema i l'enumeració de les parts més importants de les quals està format aquest sistema.





- 1.- Dipòsit d'oli
- 2.- Electrovàlvula
- 3.- Motor
- 4.- Dipòsit d'oli
- 5.- Pistó
- 6.- Mecanisme d'obertura i tancament de les pales de la turbina
- 7.- Potenciòmetre de posició

Figura 4.13: Esquema del braç hidràulic

El funcionament del sistema no és molt complicat, l'obertura o tancament de les pales es fa en funció de la quantitat d'aigua que entra al canal, es a dir, en funció el nivell del canal. Quant les condicions d'obertura o tancament són favorables, un autòmat dóna la senyal a l'electrovàlvula corresponent per així fer moure el pistó que al mateix temps mou les pales de la turbina per deixar passar més o menys aigua. El grau d'obertura de les pales ens el dóna un potenciòmetre que ens diu el tant per cent d'oberta al qual estan les pales.

Cal destacar, com es pot veure a la figura anterior, que el sistema està format per dos dipòsits d'oli. Un dipòsit, el que hem marcat amb el número quatre, és el que ens permet la regulació del mecanisme en cas que hi hagi subministrament elèctric a la central, i per tant el motor hidràulic pugui funcionar. L'altre dipòsit, el que té el número u, és un dipòsit a pressió que ens permetrà el funcionament en les circumstàncies que ens trobem sense corrent elèctrica a la central.



4.3.2- Sala de control i maniobres

En aquest aparta cal diferenciar clarament el que és el control de les màquines amb el què és el telecontrol de les mateixes. Per tant, cal diferenciar entre l'autòmat que controla les màquines i l'autòmat que ens permet actuar sobre aquest control a distància, és a dir, concretament des d'un ordinador.

Control de les màquines

Com en moltes altres coses, la forma de controlar les màquines, tant la petita com la gran, és igual ja que les dos contenen gairebé els mateixos autòmats i aparells. Cada màquina consta de dos armaris des dels quals es controla, de forma manual o automàtica, l'obertura de les turbines i el funcionament dels alternadors. Un dels dos armaris és l'armari de mesura, en el qual podem veure entre altres dades: potencia que s'està produint, tensió a la sortida de la màquina, el cosinus de fi i la freqüència. El segon armari és on es troba l'autòmat que controla les màquines; aquest és capaç d'engegar les màquines automàticament i fer l'acoblament a la xarxa també de forma automàtica. El procés que segueix l'autòmat per posar en marxa les màquines és el següent: primer embalem la turbina fins que la posició d'aquesta és 27, anem envellant la màquina fins a 175 r.p.m. i a aquesta velocitat excitem la màquina; després d'aquest punt comencem a regular la turbina per arribar a les 190 r.p.m. que són les voltes a les que treballa l'alternador; entre 188 i 193 r.p.m. tenim les voltes suficients per poder acoblar a la xarxa; finalment s'ajusten les voltes per aconseguir la tensió i freqüència necessàries.

Aquest autòmat és concretament un "Omron Sysmac C60K" amb dos esclaus "Omron Sysmac C16K". La programació d'aquest autòmat es realitza a través de diagrames de contactes.

Telecontrol

El telecontrol es porta a terme amb els mateixos programes informàtics i tecnologies que en el cas del control remot de les comportes de la casa comporta. En aquest cas, la proximitat entre els armaris de control i l'ordinador, des del qual fem el comandament remot, fa que la comunicació no sigui a través de fibra òptica, com



succeïa amb la casa comporta, sinó a través d'un bus de comunicacions estàndard RS-232. A continuació explicarem els sinòptics que s'utilitzen pel control de la central; en aquest cas tenim tres sinòptics diferents, en el primer que explicarem hi ha part dels paràmetres de la màquina gran, en el segon hi ha els paràmetres necessaris per realitzar un acoblament de la màquina ala xarxa i finalment en el tercer sinòptic hi ha els paràmetres bàsics de la companya que ens subministra energia, de la casa comporta de nivells de canal, i de la màquina gran.

En el sinòptic "Màquina Gran" podem veure els següents paràmetres i polsadors:

1. Control → com a la casa comporta el control pot ser remot, des de l'ordinador, o local, des dels mateixos armaris. Aquest paràmetre està aquí només coma a informació ja que per seguretat només es pot manipular des dels armaris.
2. Mando → el comandament pot ser manual o automàtic. La màquina es regulada automàticament a través de l'autòmat però si volem podem regular-la de forma manual, tant des dels armaris com des de l'ordinador. Aquest paràmetre pot ser canviat des del mateix ordinador, prement el polsador "Manual" o "Automàtic".
3. Generador → en aquesta part del sinòptic podem veure si la màquina està desconnectada o acoblada a la xarxa.
4. Obrir - Tancar → a la dreta del sinòptic trobem una zona des de la qual podem actuar sobre el grau d'obertura de la turbina o veure quin és el seu estat. Així podem veure el tant per cent d'oberta que està al turbina, la velocitat expressada r.p.m., si està obrint o tancant i en el cas que tanqui, si ho fa de forma lenta o ràpida.
5. Emergència → aquest polsador ens permet parar la màquina de forma ràpida en el cas que es produeixi algun tipus d'anomalia.
6. Informació general → també veiem en aquest sinòptic una sèrie d'informació de paràmetres que en alguns casos si s'activen fan parar la màquina com podria ser l'excés de temperatura en algun dels coixinets, la manca d'aigua o si es produís alguna falta a terra. Els paràmetres d'aquest grup són: temperatura coixinet 1, temperatura coixinet 2, temperatura coixinet 3, temperatura coixinet 4, protecció maniobra, pressió calderí, sobreintensitat, manca d'aigua, falta a terra i potència inversa.



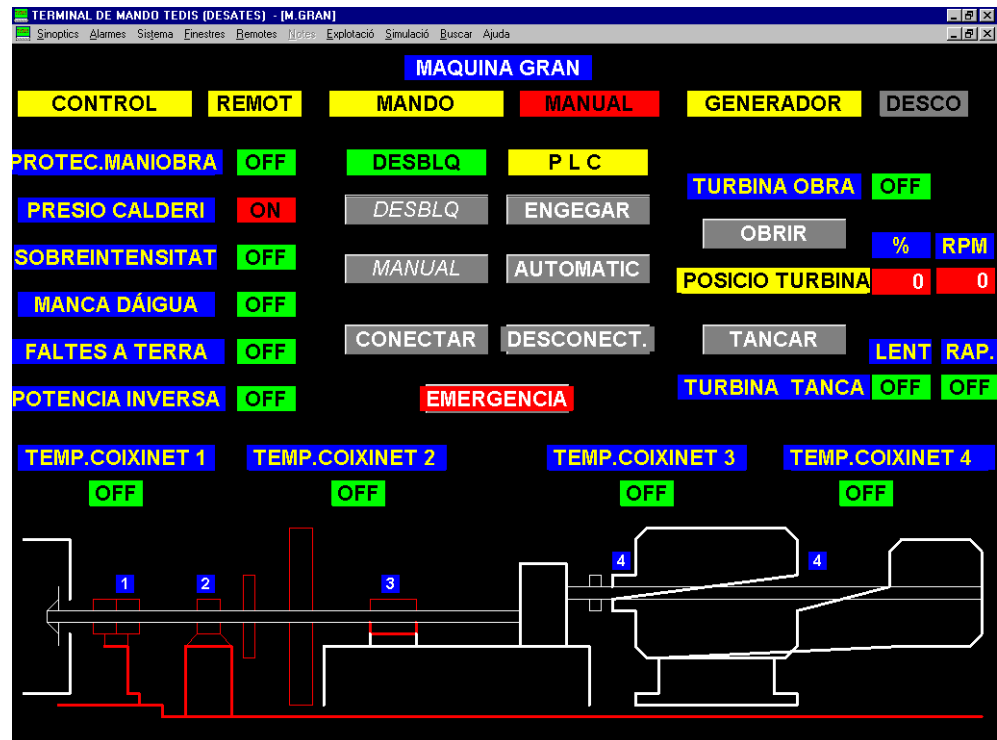


Figura 4.14: Sinòptic "Màquina Gran"

7. Desbloqueig → la màquina un cop s'ha parat quatre vegades i s'ha tornat a engregar automàticament no es pot engregar més i queda bloquejada. Aquest botó permet desbloquejar la màquina i tornar-la a posar en marxa.
8. Engregar → si volem engregar la màquina manualment primer hem de prémer aquest polsador abans de poder fer qualsevol altre cosa.

La figura següent mostra el sinòptic de "Paràmetres de la Màquina Gran", on podem veure:

1. Control, mando i generador → aquests tres paràmetres ens diuen com estem telecomandant el sistema, de forma remota o local, de forma automàtica o manual i també veiem si la màquina està acoblada o no.
2. Paràmetres generals → al centre del sinòptic trobem primerament, la tensió, freqüència i cosinus de fi, tant de la companyia subministradora com de la màquina. Després trobem una sèrie de paràmetres de la màquina: tensió excitació, potència activa, intensitat per fases, potència reactiva i KWH produïts.



3. Turbina → podem veure el grau d'obertura en tant per cent i la velocitat de la mateixa en r.p.m.
4. Nivells → els nivells, tant del canal com de l'aigua a la sortida de la turbina (nivell de riu) també són visibles en el sinòptic.

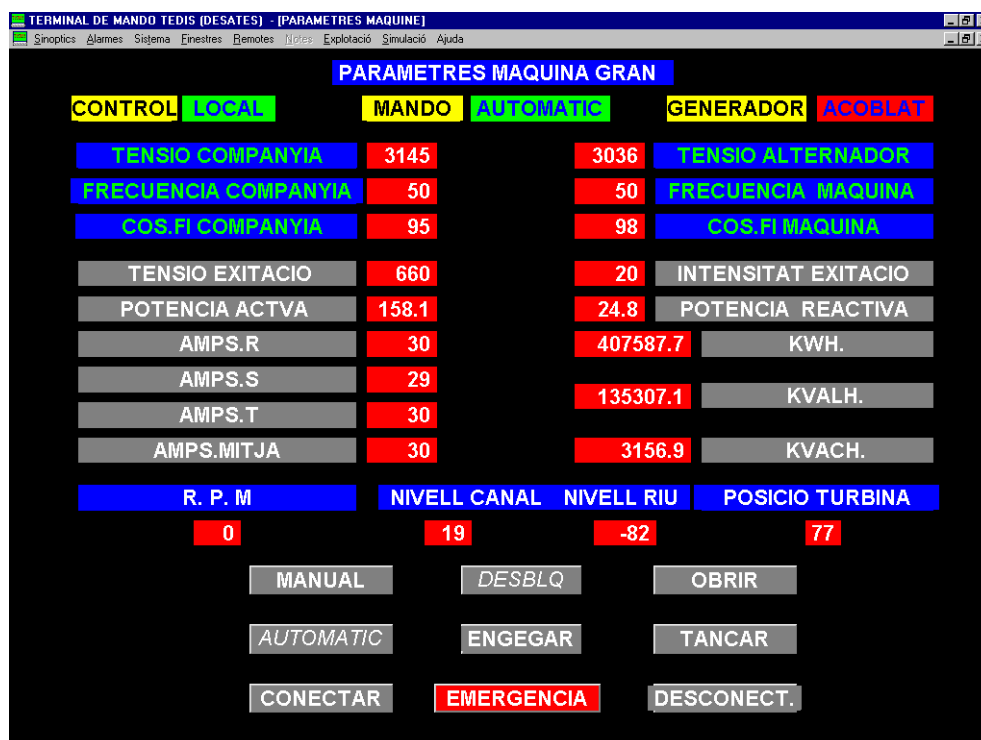


Figura 4.15: Sinòptic "Paràmetres Màquina Gran"

5. Regulació → al final de la pàgina d'aquest sinòptic podem veure i actuar sobre l'obertura de la turbina, acoblar i desacoblar la màquina i en cas d'emergència fer una parada ràpida de tot el sistema.

Finalment el tercer sinòptic és un quadre resum dels principals paràmetres de tots els sistemes que es poden controlar des del programa Tedis.

1. Companyia → els paràmetres que tenim de la companyia són: tensió factor de potència i potència.
2. Nivells → en aquest apartat podem veure si la resclosa vessa o no vessa, el nivell del canal just després de la casa comporta (canal), el nivell del canal just abans de la turbina (reixa) i el nivell del canal just després de la turbina (riu).



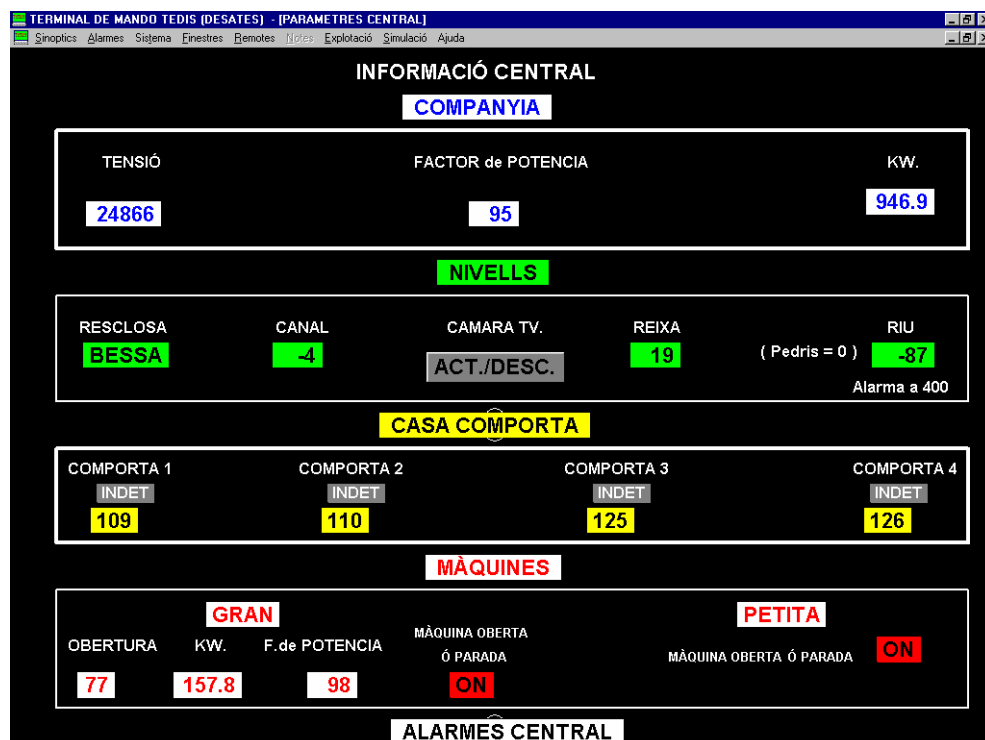


Figura 4.16: Sinòptic "Informació Central"

- Casa comporta → veiem la posició de cadascuna de les quatre comportes reflexat en un número que pot anar de 0 a 137 i la posició segons si està oberta, tancada o en una posició indeterminada.
- Màquines → com que la màquina petita no està telecomandada, només podem veure si està en funcionament o no. Quant a la màquina gran podem veure el grau d'obertura de la seva turbina, la potència que està produint i el factor de potència.

Regulador del factor de potència

Tant la màquina gran com la màquina petita no regulen automàticament el factor de potència i aquest es veu afectat per les condicions exteriors, així el factor de potència oscil·la de tal forma que pot arribar a afectar el mateix generador provocant-li sobrecàrregues d'intensitat i per tant disminuir la seva vida útil. En una de les plaques de control de la màquina gran hi ha un potenciòmetre amb el qual es regula el factor de potència però l'inconvenient que tenia era que la regulació era per unes condicions



concretes i per tant les oscil·lacions existien. El què es va fer per mantenir un factor de potència constant va ser acoblar a l'eix del potenciòmetre un motor que controlat per un autòmat manté el factor de potència a un valor fixat, en aquest cas 0,98, tot fent girar el potenciòmetre segons les necessitats. Les entrades i sortides són les següents:

Entrades	Acció
I1	Manual o automàtic
I2	Màquina acoblada
I3	Polsador reactiu
I4	Polsador capacitiu
I5	Per sobre de 0,98
I6	Per sota de 0,98

Sortides	Acció
Q1	Manual o automàtic
Q2	Fa més reactiu
Q3	Fa més capacitiu
Q4	Comptador

Taula 4.9: Entrades i sortides de l'autòmat regulador del factor de potència

El funcionament es basa en el fet que si el factor de potència està per sobre de 0.98 actua la sortida Q2 que el fa disminuir, i si el factor de potència està per sota de 0.98 actua la sortida Q1 que el fa augmentar. El que ens diu si estem per sobre o per sota és un aparell que ens indica quin és el factor de potència i en funció d'aquest valor actuen dos relés, el primer si el valor ha superat per sobre el valor de consigna i el segon si el valor ha superat per sota el valor de consigna. Cal dir que l'actuació no és immediata ja que hi ha un retard, en el nostre cas de 30 segons, entre la superació del volar i l'actuació dels relés.



El funcionament de l'autòmat es basa en temporitzadors de retard a la connexió i el bloc funcional que el representa és el següent:

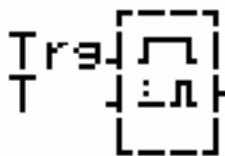


Figura 4.17: Bloc funcional amb retard a la connexió

El retard que suposa el bloc cinc (B05) té la funció de deixar establir la màquina un cop acoblada i per tant la correcció del factor de potència no comença a actuar fins que no ha passat aquest temps. Els blocs set (B07) i disset (B17) introdueixen un retard que es suma al retard ja introduït pel mateix aparell que calcula el factor de potència, aquest retard serveix per assegurar que el valor està realment per sobre o per sota. Finalment, els blocs deu (B10) i vint (B20) ens indiquen el temps que les sortida Q2 i Q3 estan actives, per tant el temps que el motor està girant en sentit horari o antihorari.

Els esquemes del programa que controla l'autòmat es troben a la carpeta d'esquemes. Per motius de seguretat s'han introduït al programa un parell de blocs. Així, a la carpeta d'esquemes podem trobar el programa nou, amb les modificacions, i el programa antic, sense aquestes.

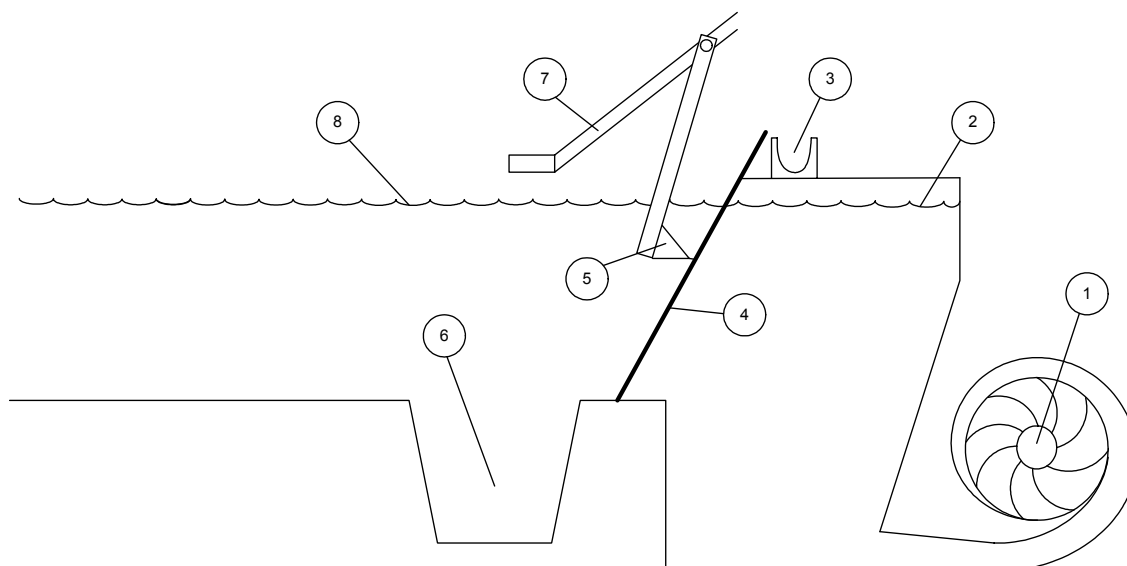
4.3.3- Zona de l'escura reixes

La funció de l'escura reixes és evitar que la porqueria que baixa pel riu acabi passant per l'interior de la turbina, cosa que la podria acabar espatllant.

El mecanisme de l'escura reixes és senzill i consisteix bàsicament en una reixa que separa el canal del pou de turbines i una pala que periòdicament neteja aquesta reixa. La porqueria que treu la pala de l'escura reixes va a parar a un canaló que és netejar amb aigua que tira dintre del mateix canal una bomba d'aigua. Així el procés de neteja és el següent: primer la pala baixa fins al fons, un cop allà la pala cau sobre la reixa i comença a pujar, mentrestant la bomba comença a tirar aigua dintre del canaló; un cop la pala ha arribat a d'alt aquesta no pot tornar a baixar fins que la bomba no ha acabat de tirar aigua dintre del canaló.



Cal destacar que un cop la pala està al fons, el procés de caure sobre la reixa es realitza amb el mateix impuls de l'aigua que baixa pel canal. Aquest moviment és amortit per dos pistons de simple efecte, la regulació dels quals es realitza a partir de l'estrangulació del pas de l'oli per una aixeta.



- 1.- Turbina Francis
- 2.- Nivell aigua del pou
- 3.- Canaló d'aigua
- 4.- Reixa
- 5.- Pala
- 6.- Pou per recollir sediments
- 7.- Estructura de l'escura reixes
- 8.- Nivell aigua canal

Figura 4.18: Esquema bàsic de la zona de l'escura reixes

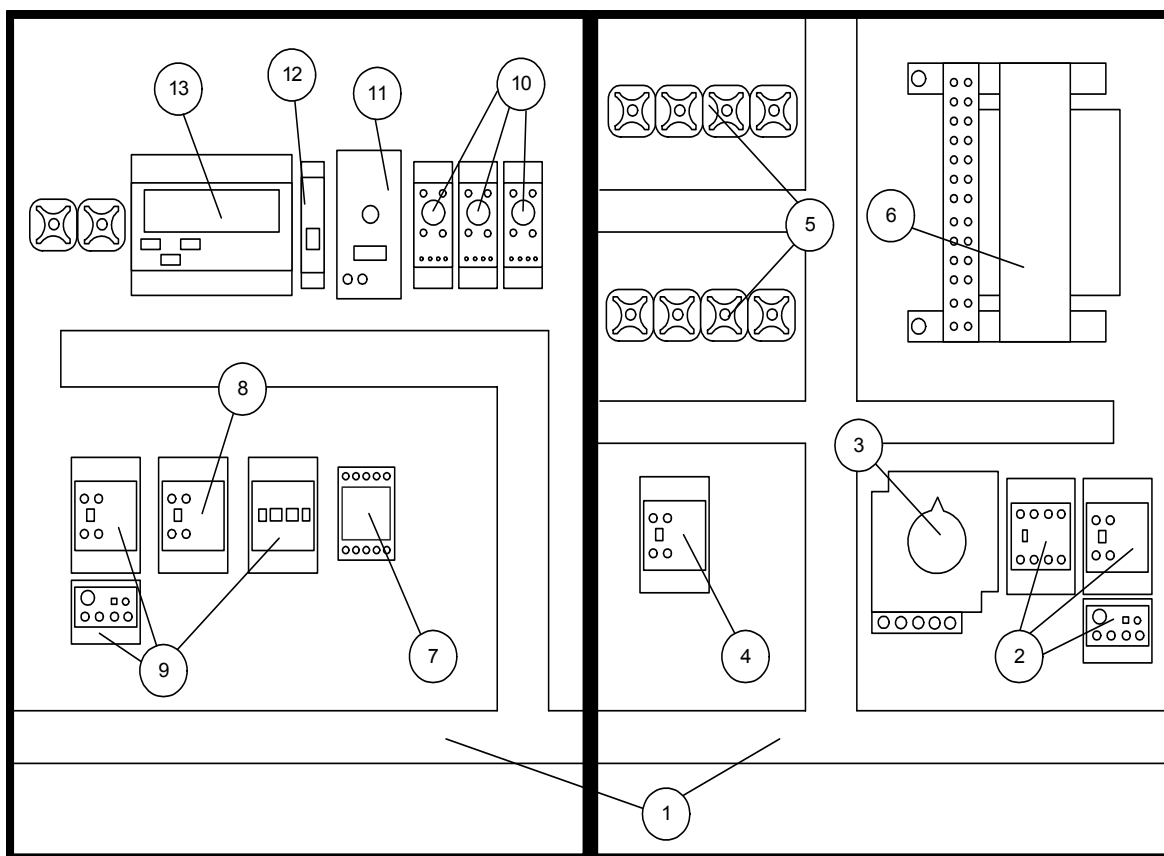
Els modes de funcionament d'aquest sistema són tres:

1. Manualment
2. Automàticament
3. Cicle continu

Manualment

El comandament manual ens permet dos funcions. Per una part podem actuar sobre la bomba d'aigua, fent que funcioni sense que la pala netegi la reixa; així podem acabar de netejar el canaló en cas que hagi quedat brut. I per una altra part podem fer que comenci tot el cicle que hem explicat anteriorment.

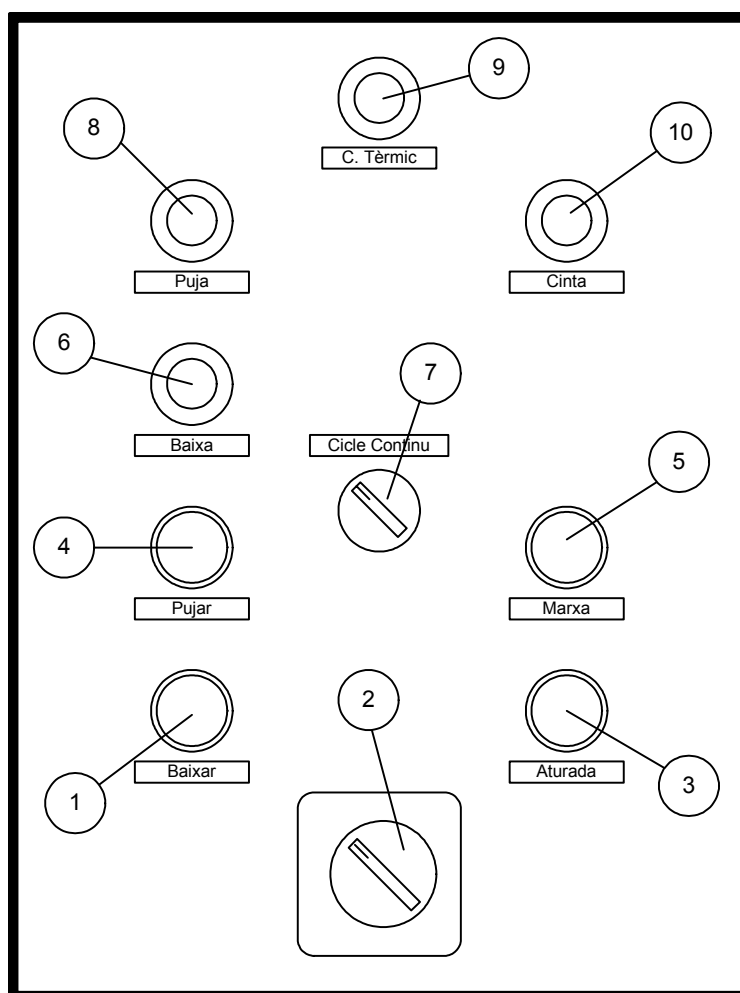




- 1.- Canals organitzadors de fils
- 2.- Contactor de l'aigua del canaló i relé tèrmic 2
- 3.- Temporitzador de l'aigua del canaló
- 4.- Caontactor manual automàtic
- 5.- Fusibles
- 6.- Transformador 220/48V
- 7.- Contactor de trasformació
- 8.- Contactor baixar
- 9.- Contactor pujar i relé tèrmic 1
- 10.- Temporitzadors
- 11.- Temporitzador
- 12.- Magnetotèrmic
- 13.- Sensor de temperatura



Figura 4.19: Esquema de l'interior del control de l'escura reixes



- 1.- Polsador baixar
- 2.- Selector manual automàtic
- 3.- Polsador aturada
- 4.- Polsador pujar
- 5.- Polasor marxa
- 6.- Indocador baixa
- 7.- Selector de cicle continu
- 8.- Indicador puja
- 9.- Indicador diparo del relé tèrmic
- 10.- Indicador bomba d'aigua en funcionament



Figura 4.20: Esquema del pannell de control de l'escura reixes

Automàticament

En aquest cas el cicle es repeteix periòdicament en funció de la quantitat de porqueria que baixi pel riu. En cas de cop de riu la freqüència ha de ser més alta. En determinades èpoques de l'any, com pot ser la tardor quan hi ha molta fulla que baixa pel riu, la freqüència també s'ha d'augmentar, i en molts altres casos. Així tot hi ser automàtic s'ha de continuar vigilant les condicions en què baixa el riu.

Cicle continu

Aquesta forma de funcionament s'utilitza en el cas que el riu baixi extremadament brut i l'escura reixes no doni a l'abast per netejar tota la porqueria que baixa. En aquest cas el que es fa és que la bomba funciona constant, sense parar, i la pala puja i baixa sense esperar que la bomba es pari. Així aconseguim reduir el cicle normal de funcionament i per tant augmentem la freqüència de neteja de la reixa.





5- Proposta de millores

5.1- Introducció

Com s'ha vist a la primera part del projecte l'empresa ja té amb més o menys mesura un sistema automatitzat de tot el que és la part de producció. Tot hi així, el projecte d'innovació no està acabat, hi ha moltes parts del sistema de producció que no acaben d'estar posades al dia, és a dir, tot hi estar automatitzades existeix una tecnologia que controla amb molta més precisió i velocitat, millorant així el rendiment d'aquests sistemes. Sistemes que en un primer moment eren molt innovadors i avançats, avui en dia no acaben de funcionar tal com haurien i per altra banda comparats amb el que avui en dia ofereix el mercat no són del tot competitius.

Així doncs, aquesta segona part la dedicarem a fer una seria de propostes per tal d'intentar indicar un camí cap al qual crec que hauria d'anar dirigida la inversió en el que fa referència a la part de producció de l'empresa. Els objectius d'aquestes millores són, com ja he dit anteriorment, intentar reduir costos, millorar la producció dintre dels límits naturals establerts (concessió d'aigua, salt d'aigua...), augmentar la velocitat de certs processos i en definitiva augmentar el rendiment del conjunt productiu.

5.2- Propostes

- 1) Posta al dia del sistema d'escura reixes en l'apartat de control, tot introduint un mini autòmat programable. Aprofitant les entrades i sortides que sobren de l'autòmat que es va instal·lar en el seu moment per telecomandar la casa comporta i introduint un esclau nou per telecomandar tot aquest sistema. Programar un sistema que funcioni per diferència de nivells entre el nivell de canal abans de reixa i el nivell de canal després de reixa.



- 2) Automatització de la comporta de descàrrega que hi ha davant de la casa comporta i si és possible de la que hi ha després d'aquest punt tot utilitzant com en el cas anterior les entrades i sortides sobrants (si fos necessari introduir més entrades i sortides) de l'autòmat de Sitel S.A. que opera en aquest punt. Aprofitant la instal·lació ja existent en aquest punt, utilitzar el grup hidràulic per fer maniobrar aquestes comportes.
- 3) Posta al dia de la comporta de descàrrega que hi just abans de la reixa, tot automatitzant-la de tal forma que es pugui telecomandar des del programa Tedis, com els altres sistemes. Aprofitant el quadre nou que s'hauria d'instal·lar en aquesta zona per portar a terme la primera proposta, utilitzar aquest quadre i l'autòmat que s'hi ha de posar per controlar també el funcionament d'aquest sistema.
- 4) Telecomandament de la màquina petita de igual forma que ho està la màquina gran. Millora del control de les dos màquines utilitzant noves tecnologies.
- 5) Projecte de l'accés, utilitzant fibra òptica o telefonia, a l'ordinador de control que es troba a la central, des de diferents punts com podria ser el despatx, que es troba a tres quilòmetres, concretament al centre de la població de Ripoll, o fins a qualsevol ordinador portàtil.

De les cinc propostes aquí presentades cal dir que totes menys la primera i la tercera seran explicades de forma més o menys superficial ja que cadascuna per separat ja en podria sortir un projecte independent. Així, la primera i la tercera són les que formen part del tercer apartat d'aquest projecte ja que són les millores que ja s'han portat a terme i que són fruit de l'estudi previ que s'ha realitzat. Aquesta primera i tercera propostes seran estudiades de forma més profunda i exhaustiva a partir de l'apartat sis.

5.3- Millores al sistema d'escura reixes

Després de l'estudi previ que s'ha fet d'aquesta part del projecte podem veure que el sistema de funcionament de l'escura reixes és antiquat i com a conseqüència és important fer una seria de millores per tal d'optimitzar tant el seu funcionament com el seu comandament.



Objectius

Els objectius que es pretenen aconseguir amb la modernització de l'escura reixes són varis:

- 1- Fer que el funcionament de l'escura reixes sigui més autònom
- 2- Modernització de les instal·lacions
- 3- Integració del comandament del bagant de descàrrega en el mateix quadre que el comandament de l'escura reixes
- 4- Instal·lar un telecomandament per tal de poder actuar de forma remota (des d'un ordinador personal) sobre l'escura reixes o el bagant de descàrrega, sense haver d'estar a les mateixes instal·lacions.

Com aconseguim que el sistema sigui més autònom?

El control fins avui implementat en el comandament de l'escura reixes ja funciona de forma autònoma però té una sèrie de limitacions que fan que tot hi que el seu funcionament ja és automàtic hi ha d'haver un operari al darrere.

Actualment el sistema es programa perquè s'engegui periòdicament cada cert temps i això provoca que en alguns casos el seu funcionament no sigui del tot òptim, per exemple:

- 1- En cas que no hi hagi la reixa prou bruta perquè la pala baixi i passi el temps programat la pala de l'escura reixes baixarà igualment.
- 2- En el cas que la reixa estigui molt bruta i no hagi passat el temps programat la pala no baixarà i per tant no entrarà l'aigua suficient.

En aquest cas plantejats el sistema no acaba de ser del tot eficient i per tant es planteja un nou tipus de funcionament per tal que el rendiment sigui més alt i contingui tots els possibles casos que ens podem trobar.

El problema radica bàsicament en el fet que és molt difícil quantificar en quin grau la reixa està tapada per la brutícia que baixa pel riu. Aquesta mesura de la quantitat de brutícia que hi ha a la reixa es podria fer de diferents formes:



- a) De forma visual → aquesta forma requereix un operari que periòdicament miri si és necessari que la reixa sigui netejada, i per tant es clar que no acabaria de ser del tot autònom ni rentable.
- b) De forma directa → utilitzant algun tipus de sensor que mesurés la quantitat de brutícia que hi ha a la reixa.
- c) De forma indirecta → utilitzant algun mètode que ens permeti saber, si no pot ser de forma exacta de forma aproximada, la quantitat de brutícia que hi ha a la reixa.

D'aquests tres mètodes és clar que la forma visual seria el menys eficient ja que no aportaria cap novetat, a no ser que s'instal·lés una càmera que es pogués veure a distància, cosa que estalviaria el viatge fins a la central. La forma directa, tot hi que tecnològicament es podria fer, segurament seria totalment inviable econòmicament. Per tant, hem buscat un sistema indirecte i econòmic que ens faci la mateixa funció que podrien fer els sensors.

El mètode indirecte utilitzat consisteix bàsicament en la mesura i diferència del nivell del canal abans de la reixa i del nivell del canal després de la reixa. Així aconseguim saber si la reixa deixa passar aigua i com a conseqüència si està tapada per la brutícia o no.

El funcionament és el següent: en el cas que la reixa no estigui tapada els dos nivells marcaran el mateix i per tant no és necessari que baixi la pala de l'escura reixes; si el nivell després de la reixa és més petit que el nivell d'abans de la reixa i la diferència entre els dos és superior a un valor donat, llavors la pala de l'escura reixes ha de baixar; i el cas que el nivell de després de la reixa sigui superior al d'abans de reixa no es pot donar mai si els nivells estan ben calibrats.

Com modernitzem les instal·lacions amb aquest canvi?

Bàsicament el que canviarà i farà de la instal·lació un quadre modern i posat al dia serà la incorporació d'un mini autòmat programable a més de contactors i relés moderns amb contactes auxiliars, font d'alimentació, teleruptors,...

Avui en dia els mini autòmats programables són molt utilitzats i en gran mesura implementats en petites aplicacions industrials degut a varis factors:



- 1- Preu econòmic
- 2- Ocupen un espai relativament reduït
- 3- Gran quantitat d'entrades i sortides amb la possibilitat d'ampliació i d'acoblar esclaus a un autòmat principal
- 4- Facilitat de programació (des d'un ordinador)
- 5- Molta memòria per poder introduir programes extensos
- 6- Gran quantitat de funcions internes que permeten fer múltiples combinacions
- 7- Tractament tant de senyals digitals com analògiques

Totes aquestes característiques fan que el mini autòmat sigui una eina molt important i que en el cas aquí plantejat és òptim ja que reduïrem espai i podem implementar molts modes de funcionament.

Una altre novetat que contindrà aquest quadre serà la font d'alimentació per l'autòmat i el circuit de control que ens estalviarà haver de posar un transformador que normalment ocupen molt d'espai. Avui en dia les fonts d'alimentació estan molt avançades i donen tensions continues constants i estabilitzades.

Integració del comandament del bagant

Les possibilitats dels mini autòmats són tant grans actualment que degut bàsicament a la proximitat del bagant de descàrrega, que hi ha prop de la reixa, a la situació del quadre de comandament i que el número d'entrades i sortides dels autòmats és superior a la necessària, el control d'aquest bagant es farà des del mateix quadre fent servir l'autòmat que el control de l'escura reixes.

Els objectius d'aquesta integració són varis. Per una part aconseguim minimitzar els punts de comandament tot reduint costos i reduint també les instal·lacions. També aconseguim agilitar les operacions ja que el comandament es troba més centralitzat i aprofitem més un espai i uns instruments que com es pot veure poden ser d'una utilitat més gran.

Telecomandament, perquè?

Avui en dia el funcionament de les centrals hidroelèctriques i tots els sistemes que les formen tendeix a ser totalment automàtic i el seu comandament es realitza a



distància. Així es clar que un nou sistema com aquest ha de tenir la possibilitat de poder-se telecomandar a distància, ja que la tendència és clarament aquesta i més encara, els avantatges que ofereix són molt beneficiosos de forma general.

Com ja s'ha explicat en un dels punts anteriors, la central ja es disposa d'un sistema de comandament, per tant només s'haurà d'ampliar amb el nombre d'entrades i sortides que requereixi l'escura reixes i el bagant de descàrrega.

5.4- Millores als bagants de descàrrega properes a la casa comporta

Després de l'estudi previ que s'ha realitzat d'aquesta part de l'empresa podem veure que la inversió per millorar aquestes infraestructures ha estat més aviat escassa en els últims anys. El funcionament d'aquestes instal·lacions és una mica rudimentària i antiquada ja que no disposen de cap tipus d'automatisme que ajudi a l'operari a pujar i baixar aquestes comportes, així, actualment la manipulació d'aquests bagants és totalment manual i a vegades molt feixuga ja que al ser una instal·lació que es troba a l'exterior el clima fa molt malbé els elements de maniobra.

Els bagants que seria més necessari automatitzar serien el que hi ha just davant de la casa comporta i el que hi ha just després d'aquesta. Això és així ja que són els bagants que amb més freqüència s'obren i es tanquen per tal de netejar aquesta part del canal de sorres i pedres que entren del riu. Els altes bagants que hi ha al llarg del canal, com s'ha descrit a l'apartat on s'explica tot el referent a aquesta part no s'obren gairebé mai, cosa que fa que una inversió en aquests no sigui tant necessària.

Objectius

Els objectius que es pretenen aconseguir amb aquesta millora són:

- 1- Modernitzar i posar al dia les instal·lacions
- 2- Automatitzar les instal·lacions
- 3- Facilitar la manipulació dels bagants
- 4- Augmentar la velocitat de pujada i baixada dels bagants, tot disminuint el temps de maniobra
- 5- Aprofitar, en part, les instal·lacions ja existents



- 6- Instal·lar un telecomandament per tal de poder actuar de forma remota (des d'un ordinador personal)
- 7- Centralitzar el punt de comandament

Automatització: motor elèctric o pistó hidràulic?

Bàsicament per fer pujar i baixar aquests bagants es pot realitzar de dos formes diferents, o bé instal·lant un motor elèctric amb els corresponents engranatges o bé utilitzant un pistó hidràulic.

De les dues opcions, la primera, la de situar a cada bagant un motor elèctric té una sèria d'inconvenients que desaconsellen la seva utilització. Per una part aquests bagants i sobretot el bagant que hi ha abans de la casa comporta queden periòdicament coberts per l'aigua en les crescudes de riu degut a grans pluges, aquest fet fa que el motor o bé s'hagi de situar a una certa alçada o bé s'hagi de col·locar un motor elèctric que es pugui submergir, cosa que encarriria la millora. Situant un motor elèctric no aprofitem les instal·lacions ja existents del grup hidràulic i per tant la inversió serà més gran i els treballs més costosos.

Així doncs la segona opció sembla la més aconsellable ja que situant un pistó hidràulic a cada bagant, aprofitem el grup hidràulic que hi ha a la casa comporta i ampliant mínimament el quadre de control ja tenim la instal·lació realitzada. Per tant els punts forts d'aquesta opció són l'aprofitament de les instal·lacions ja existents, la relativa facilitat d'instal·lació i despesa minimitzada.

Les modificacions a realitzar serien poques, a part de la instal·lació del pistó hidràulic, les electrovàlvules i les corresponents canalitzacions fins al grup hidràulic, s'hauria d'ampliar l'autòmat que realitza el cicle de selecció de la comporta a baixar o pujar, a partir de la pulsació d'un sol pulsador. Això es podria fer fàcilment ja que els mini autòmats "Logo!" de Siemens tenen mòduls d'ampliació tant d'entrades com de sortides. Quant al telecomandament ja està preparat per l'automatització dels bagants per tant no s'hi haurien de fer moltes modificacions.

Telecomandament, perquè?



En aquest millora la utilització del telecomandament és ben clara ja que la instal·lació està clarament apartada del la central o dels despatxos de l'empresa, per tant estalviem desplaçaments innecessaris i evita els costos de tres persones. Així també veiem que el telecomandament de les portes de la casa comporta és molt útil i per tant el telecomandament dels bagants de descàrrega situats en aquesta mateixa zona també serà molt útil.

Punt de comandament

El punt de comandament d'aquests dos nous bagants pot ser el mateix que el de les portes de la casa comporta, ja que el fet d'aprofitar les instal·lacions ja existents fa que amb petites modificacions podem controlar-ho tot des del mateix quadre.

5.5- Millores al bagant de descàrrega d'abans de l'escura reixes

Després de l'observació i estudi d'aquest sistema hem vist que amb unes petites millores el funcionament seria més àgil i eficaç. Aquest bagant és l'únic que està automatitzat o més ben dit semiautomatitzat, tal com ja s'ha explicat en apartats anteriors. Les millores consistirien en la integració del comandament d'aquest bagant en el quadre de control de l'escura reies. Per tant l'aplicació d'aquestes millores seria un segon pas després d'haver canviat el quadre de control de dit sistema plantejat en un punt anterior.

Els objectius com en les altres millores plantejades en punts anteriors són bàsicament facilitar el comandament, posar les instal·lacions al dia i millorar el rendiment.

Per aquesta millora en concret aprofitarem el quadre que prèviament s'ha d'instal·lar en aquesta zona. El control del bagant es farà des de l'autòmat que també controla l'escura reixes i com en els altres sistemes també s'hi instal·larà el telecomandament per tal de poder actuar a distància. Així doncs a part dels contactors i relés, les modificacions es resumeixen en el canvi de la vàlvula de distribució del pistó hidràulic, que actualment és manual, per una electrovàlvula que anirà controlada des del l'autòmat.



5.6- Millores en el control de la màquina petita

El control i les instal·lacions de la màquina petita daten del mateix temps que els de la màquina gran, aproximadament de l'any 1994, però la màquina petita a diferència de la màquina gran no té el telecomandament del qual si que disposa la màquina gran. Aquest telecomandament és molt útil per als tècnics que s'encarreguen del control de les màquines però els fet que només sigui un dels dos alternadors que estigui telecomandat fa que no sigui del tot rendible la implementació d'aquest. Així, si les dos màquines estiguessin telecomandades la funcionalitat d'aquesta forma de comandament seria molt més gran.

Aquest millora a diferència de les altres, és una millora important tant a nivell d'organització i de funcionament com a nivell econòmic, ja que el cost d'aquest telecomandament requereix una gran inversió econòmica i la instal·lació d'un armari nou.

La idea amb les qual es concep aquest telecomandament és la de poder controlar les màquines des del centre del poble de Ripoll on hi ha situades les oficines. Per fer-ho es va instal·lar en el seu moment un cable de fibra òptica que no s'ha acabat d'instal·lar del tot. Això va provocar que no s'acabés d'instal·lar el telecomandament de la màquina petita, per tant és del tot necessari acabar de col·locar aquests metres de cable abans de portar a terme aquesta millora.

Objectius

Els objectius que es pretenen aconseguir amb aquesta millora són clars i són els següents:

- 1- Evitar desplaçaments fins a la central quant es parin les màquines o s'activi alguna alarma



- 2- Millorar el temps de resposta en cas de parada de les màquines o per qualsevol altres motiu que es pugui solucionar des de l'escada de comandament
- 3- Coneixement de l'estat de les màquines en qualsevol moment
- 4- Comoditat en el comandament
- 5- Agilitzar operacions

En aquest punt de millores proposades també hi incloc el projecte de millorar el control de les màquines. Com ja he dit en el primer apartat i he explicat en punts anteriors, el control actual dels dos alternadors data aproximadament del 1994 i és realitzat per un autòmat de la marca Omron. Avui en dia el control de màquines elèctriques ha evolucionat molt. Hi ha sistemes molt més segurs i ràpids per controlar aquestes màquines. Aquests sistemes controlen els paràmetres bàsics i fan que els acoblaments a la xarxa siguin bàsicament més ràpids. És per això que el control de màquines a través d'autòmats ha quedat després d'aquests anys una mica desfasat. El desavantatge principal és la velocitat d'arrancada i acoblament a la xarxa. El fet de que els autòmats funcionen per passos fa que no es pugui passa a l'estat següent fins que no es compleixen les condicions de l'estat anterior, això el fa ser una mica lent alhora d'arrancar automàticament.

Tot hi així aquesta no és una de les millores que corren més pressa ja que el sistema funciona molt bé i amb una gran fiabilitat, més que res la millora seria per aportar innovació tecnològica a l'empresa i posada al dia dels seus sistemes de control de les màquines.

5.7- Millora de l'accés al telecomandament

D'aquest punt ja n'hem parlat anteriorment i consisteix bàsicament en la finalització de la instal·lació de la fibra òptica des de la central fina a les oficines de l'empresa. Aquest pas és bàsic perquè el telecomandament compleixi plenament amb les seves funcions i amb els objectius marcats.



6- Automatització de l'escura reixes i bagant de descàrrega

6.1- Introducció

L'escura reixes es troba situat justa abans que l'aigua entri a les turbines i la seva principal finalitat és impedir que la brutícia que prové del riu (troncs, fulles, pedres, i altres) entri a la turbina i li pugui causar danys. Com ja s'ha explicat anteriorment, consisteix bàsicament en dos motors, un que fa pujar i baixar la pala que treu la porqueria de sobre la reixa i en un altre que acciona una bomba d'aigua. Així, els principals elements que formen el sistema són: el motor de la bomba d'aigua, el motor de la pala que funciona en dos direccions i una sèrie de finals de carrera que posen límits al moviment de la pala.

En quant a al bagant de descàrrega que es troba just al costat de l'escura reixes la seva finalitat és buidar el canal en cas que s'hagi de fer alguna reparació o s'hagi de netejar. Aquest està parcialment modernitzat i amb les modificacions que introduïrem l'acabarem d'automatitzar del tot.

6.2- Millores

Les millores que es portaran a terme consistiran bàsicament en la modernització del quadre elèctric que controla aquest mecanisme. Com ja s'ha explicat anteriorment, aquesta instal·lació data de l'any 1985 i des de llavors només ha sofert petites modificacions per anar-la fent més eficaç com per exemple en canvi fa pocs anys de la cinta transportadora per un canal d'aigua.

Avui en dia els autòmats programables ens eviten haver de tenir uns circuits elèctrics molt grans amb gran quantitat de relés i contactors. Així, els autòmats ens permeten reduir l'espai que ha d'ocupar la instal·lació i precisament aquest és un dels objectius d'aquesta millora, reduir l'espai que ocupava l'antic quadre i donar-li més prestacions.



Així doncs les millores que s'introduiran seran les següents:

- 1- Introducció d'un sistema de nivells que activi l'escura reixes
- 2- Integració del control del bagant de descàrrega en el mateix quadre
- 3- Preparació del quadre per poder ser telecomandat des d'un ordinador personal
- 4- Nous contactors més moderns i fiables
- 5- Nova font d'alimentació en lloc d'un transformador

Aquestes millores es dividiran en tres fases d'execució. La primera fase consistirà en la construcció del quadre de comandament tot deixant-lo preparat per a poder ser telecomandat. A la segona fase es faran les modificacions necessàries al sistema oleohidràulic del bagant de descàrrega per a poder ser controlar des del mateix quadre que l'escura reixes. I finalment a la última fase s'instal·larà el telecomandament.

De les tres fases abans mencionades, aquest projecte porta a terme la primera, tot deixant el quadre llest perquè només s'hagin de connectar el cables de les dos altres fases al borner principal.

6.3- Objectius

Hi ha dos objectius principals en aquest projecte: millorar el funcionament de conjunt i millorar la base tecnològica que el forma. Així podem destacar els següents punts:

- 1- Intentar que el funcionament sigui més automàtic i que depengui menys d'un tècnic perquè funcioni
- 2- Fer un quadre més petit que l'actual amb moltes més prestacions
- 3- Introduir nova tecnologia per posar les instal·lacions la dia
- 4- Centralitzar el punt de comandament de més d'un sistema (escura reixes i bagant de descàrrega)
- 5- Possibilitat de ser telecomandat des d'un ordinador personal

6.4- Variables que integren el sistema

El cervell de tot el sistema serà l'autòmat i seran les entrades i sortides d'aquest els principals paràmetres que canviaran el seu estat. Així les variables d'entrada i de sortida que integren el sistema són les següents:



- 1- *Nivell exterior*: el nivell exterior està situat abans de la reixa i és una entrada analògica de l'autòmat que rep una senyal de 0-10V que és transformada a valors de 0-500.
- 2- *Nivell interior*: el nivell interior està situat després de la reixa i és una entrada analògica de l'autòmat que rep una senyal de 0-10V que és transformada a valors de 0-500.
- 3- *Manual o automàtic*: aquesta variable és una entrada digital de l'autòmat i ens permetrà seleccionar el mode de funcionament. Canviem el seu estat prement un sol polsador.
- 4- *Baixar*: variable accionada per un polsador que ens permet baixar l'escura reixes o el bagant, en funció de quin sigui el sistema seleccionat. És una entrada digital de l'autòmat.
- 5- *Pujar*: variable accionada per un polsador que ens permet pujar l'escura reixes o el bagant, en funció de quin sigui el sistema seleccionat. És una entrada digital de l'autòmat.
- 6- *Bomba*: entrada digital de l'autòmat que prement un polsador ens permet activar el funcionament de la bomba d'aigua.
- 7- *Aturada*: entrada digital de l'autòmat que actua qualsevol funcionament tant del bagant com de l'escura reixes prement un polsador. Té la funció d'aturada i d'aturada d'emergència.
- 8- *Cicle continu*: mode de funcionament totalment automàtic que, prement un polsador, realitza el cicle de l'escura reixes sense parar. La bomba té també un funcionament continu independentment del temps programat. És una entrada digital de l'autòmat
- 9- *Temporitzador*: entrada digital de l'autòmat que ens arriba d'un temporitzador i que activa l'escura reixes cada cert temps.
- 10- *FCPP*: final de carrera parar de pujar. Entrada digital de l'autòmat que ens dóna senyal quant la pala arriba a dalt de tot. Aquesta senyal arriba quant es tanca un sol final de carrera.
- 11- *FCSP*: final de carrera seguretat de pujar. Entrada digital de l'autòmat que ens dóna senyal quant la pala ja està preparada per pujar. Aquest senyal ens arriba quant es tanquen simultàniament dos finals de carrera en seria.
- 12- *FCSPiB*: final de carrera seguretat de baixar i final de carrera parar de baixar. Entrada digital de l'autòmat que ens dóna senyal quant la pala ha arribat a baix i quant la pala està preparada per baixar. Aquest senyal ens arriba quant es tanquen simultàniament tres finals de carrera en seria.



- 13- *FCS*: final de carrera de seguretat. Entrada digital de l'autòmat que s'activa quant tant per dalt com per baix, la pala supera els seus límits d'actuació. Aquesta senyal ens arriba quant es tanquen un o altre final de carrera.
- 14- *Selector*: pulsador que ens permet seleccionar el sistema a comandar, bagant de descàrrega o escura reixes. Aquest variable és una entrada digital de l'autòmat.
- 15- *FCB*: final de carrera de baixar. Final de carrera del sistema, bagant de descàrrega, que ens indica quant el bagant ja està a baix de tot. És una entrada digital de l'autòmat.
- 16- *FCP*: final de carrera de pujar. Entrada digital de l'autòmat que ens indica que els bagant de descàrrega ja ha arribat al seu límit superior.
- 17- *Seguretat de la bomba*: senyal que arriba de la bomba que ens indica si aquest està treballant en una posició correcta o no. És una entrada digital de l'autòmat.
- 18- *Alarma*: sortida digital de l'autòmat que ens indica el mal funcionament del sistema o que alguna de les proteccions ha actuat.
- 19- *Manual*: sortida digital de l'autòmat que engega el llum de l'interior del pulsador "Manual/Automàtic" per indicar que el mode de funcionament és manual.
- 20- *Cicle continu*: sortida digital de l'autòmat que engega el llum de l'interior del pulsador "Cicle continu" per indicar que el mode de funcionament és el de cicle continu.
- 21- *Aturada*: sortida de l'autòmat que engega el llum de l'interior del pulsador "Aturada" per indicar que els sistemes estan aturats.
- 22- *CB*: contactor baixar. Sortida digital de l'autòmat que dóna senyal al contactor de baixar de l'escura reixes perquè baixi.
- 23- *CP*: contactor de pujar. Sortida digital de l'autòmat que dóna senyal al contactor de pujar de l'escura reixes perquè pugi.
- 24- *CB*: contactor de la bomba. Sortida digital de l'autòmat que dóna senyal al contactor de la bomba perquè s'activi.
- 25- *PB*: pistó baixar. Sortida digital de l'autòmat que dóna senyal al contactor del grup hidràulic del pistó i al relé de baixar de l'electrovàlvula perquè el bagant baixi.
- 26- *PP*: pistó pujar. Sortida digital de l'autòmat que dóna senyal al contactor del grup hidràulic del pistó i al relé de pujar de l'electrovàlvula perquè el bagant pugi.



6.5- Funcionament del l'escura reixes

Els modes de funcionament d'aquest sistema són dos: manual i automàtic.

6.5.1- Manual

Aquest mode permet el control totalment manual del sistema, així, prement el pulsador de "Baixar" la pala baixa fins al fons del canal i no puja fins que no es premi el pulsador de "Pujar". En aquest mode el funcionament de la bomba també és totalment manual, al prémer el botó de "Marxa" la bomba s'engega i al prémer el botó "d'Aturada" la bomba s'apaga. Cal destacar que per tal de reduir el nombre d'entrades el pulsador "d'Aturada" a part d'aturar el funcionament de la bomba d'aigua o el motor de la pala, també fa la funció de botó d'emergència i per tant al prémer-lo, tot el sistema es para.

6.5.2- Automàtic

Aquest segon mode de funcionament es basa al mateix temps en quatre formes diferents de funcionar, és a dir, el funcionament automàtic s'activa a través de quatre premisses diferents que són fruit de les necessitats que he anat observant al fer l'estudi previ.

Un primer funcionament s'activa quant premem el pulsador de "Baixar", en aquest cas i a diferència del mode manual els passos que es segueixen de forma automàtica són els següents:

- 1- La pala baixa
- 2- Un cop la pala és a baix activa la bomba
- 3- Automàticament la pala puja fins a dalt
- 4- Al cap d'un cert temps la bomba s'apaga

Cal dir que tots aquests passos es realitzen automàticament amb l'ajuda dels finals de carrera que són els que defineixen el moviment, això sí, tot controlat per l'autòmat.



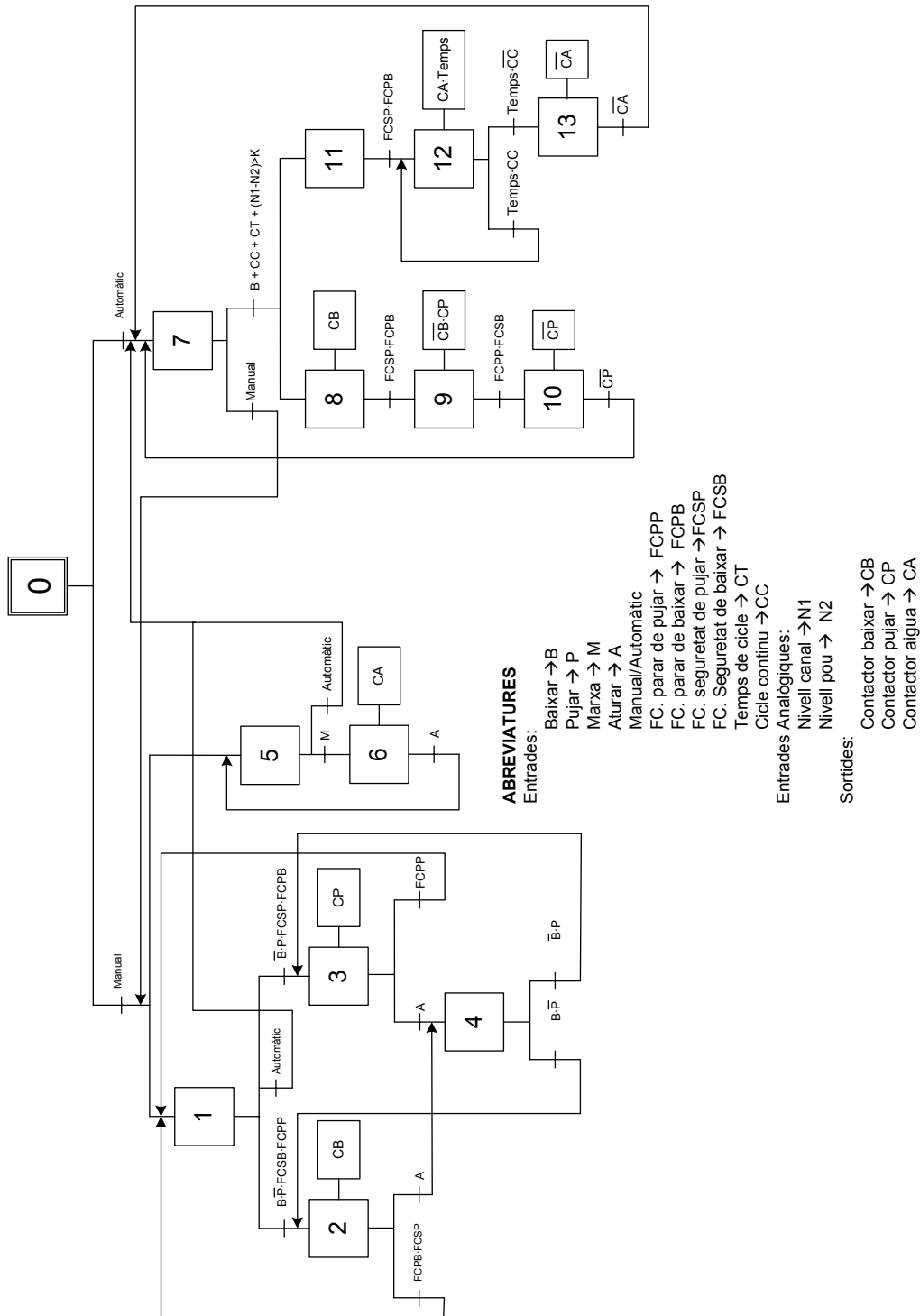


Figura 6.1: Grafset explicatiu del funcionament de l'escura reixes



Un segon cas de funcionament és el resultat de prémer el pulsador "Cicle Continu". En aquest cas la bomba funciona contínuament i la pala puja i baixa també de forma continua, sense esperar que la bomba s'apagui. El funcionament a cicle continu ens serà útil quant ens trobem amb un cop de riu que porti molta porqueria. Tot i que el funcionament és totalment automàtic cal destacar que aquest mode de funcionament s'ha d'activar de forma manual.

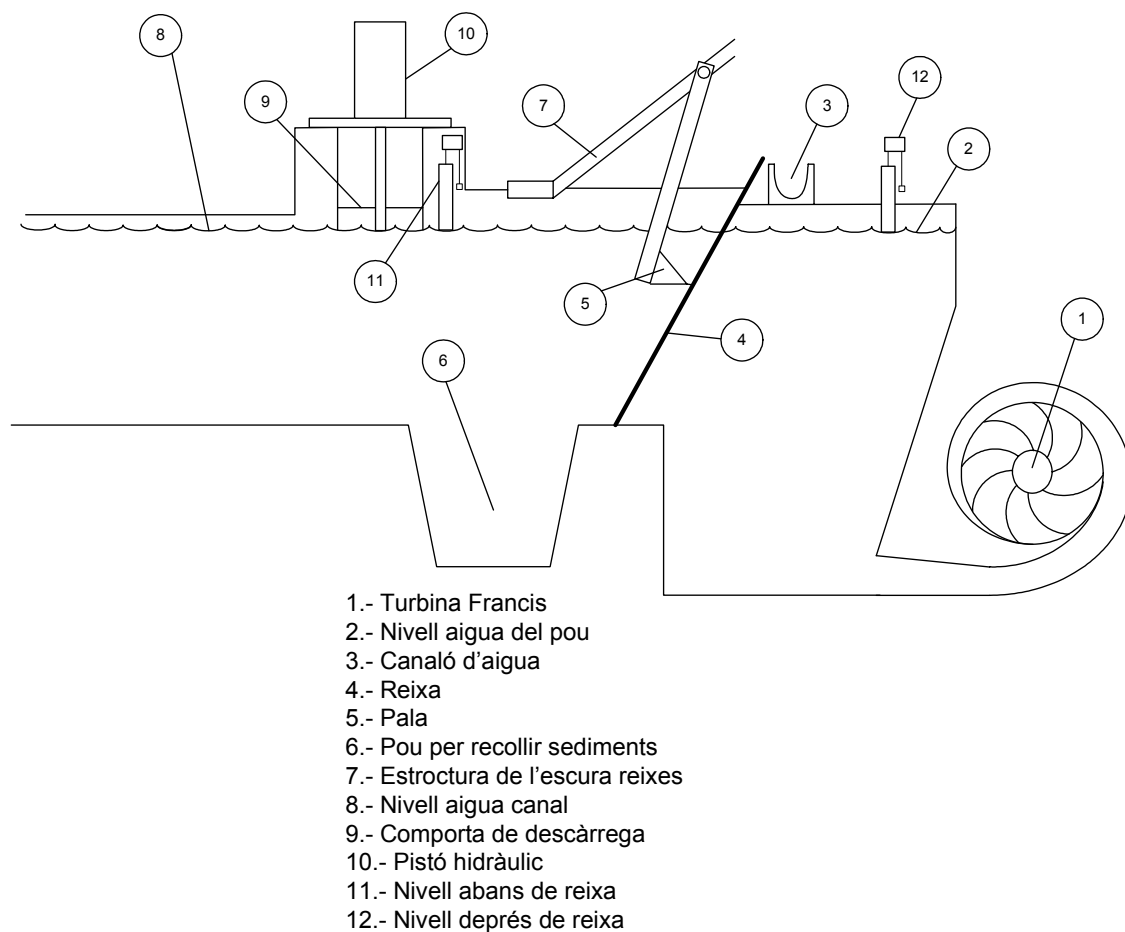


Figura 6.2: Esquema de la zona de l'escura reixes

El tercer cas és ja totalment automàtic, aquest consisteix en un temporitzador exterior que activa de forma periòdica la pala de l'escura reixes i realitza el mateix cicle explicat anteriorment. El fet que el temporitzador sigui exterior és degut a que el temps entre baixades pugui ser canviat de forma ràpida, en funció de les circumstàncies en les que el riu baixi.



Finalment, l'última forma d'activar automàticament el sistema és a través de la diferència de nivells de l'aigua del canal i de l'aigua que hi ha dintre el pou. El fet que la diferència entre aquests dos nivells sigui considerable ens indica que no entra suficient aigua dintre de la reixa i per tant que hi ha alguna cosa que l'està obstruint, és a dir, que hi ha brutícia a la reixa que s'ha de treure. Aquest sistema s'explicarà amb més detall en punts següents.

6.6- Funcionament del bagant de descàrrega

El funcionament del bagant de descàrrega és més senzill que el funcionament de l'escura reixes però també té dos modes de funcionament: manual i automàtic.

6.6.1- Manual

Pel funcionament del bagant de descàrrega en mode manual primer s'ha de prémer el polsador del selector de sistema i prémer el polsador de manual o automàtic. Un cop seleccionat el mode, el funcionament és el següent: prement el polsador pujar o el polsador baixar el bagant pujarà o baixarà fins que no tornem a deixar anar el polsador. Per tant podem dir que és com si funcionés per impulsos.

6.6.2- Automàtic

El mode automàtic de funcionament del bagant es diferencia del mode manual en que el moviment del bagant és continu un cop hem polsat el boltó de pujar o el botó de baixar, és a dir, si premem pujar o baixar, el bagant pujarà o baixarà fins que arribi al final de carrera superior, inferior o premem el polsador d'aturada.

6.6.3- Modificacions

En el que és la zona on hi ha situat el pistó i el grup hidràulic només s'ha de canviar la vàlvula de tres posicions accionada per una palanca per una vàlvula de tres posicions accionada elèctricament, és a dir, per una electrovàlvula. Aquesta hauria d'estar alimentada a 24V de CC ja que la font d'alimentació és d'aquest tipus i per anar bé hauria de ser de baix consum.



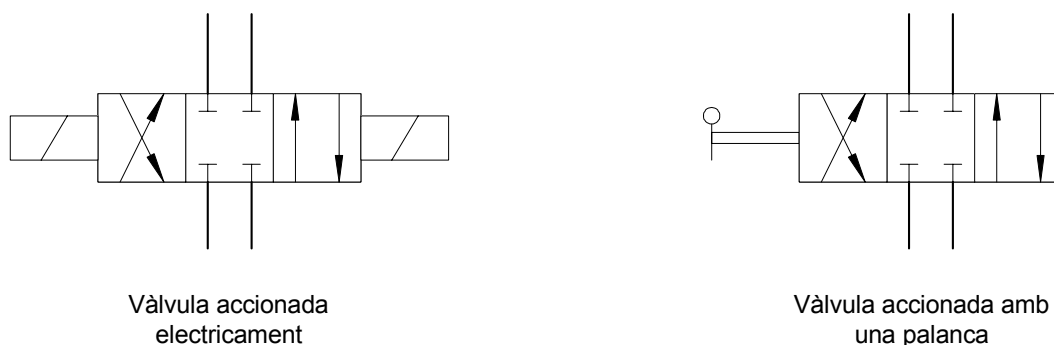


Figura 6.3: Modificació de la vàlvula del pistó del bagant

6.7- Les instal·lacions

La nova instal·lació constarà d'una sèrie d'elements nous i d'altres que s'aprofitaran com poden ser els diferents finals de carrera que hi ha a tota la instal·lació o el temporitzador exterior. Els altres elements es canviaran tots, per una part per instal·lar aparells més moderns i per altra part per adaptar-nos a les especificacions del l'aparell principal que és l'autòmat.

Apart de tots aquest elements n'hi ha uns altres dels quals ens interessa saber les seves característiques ja que a partir d'aquestes haurem de dissenyar el quadre de control, sobre tot per saber quin tipus de fil conductor hem d'escollir.

Característiques dels motors

Motor de la pala

Marca	Electromotor Lact
Índex de protecció	IP - 44
Tensió d'alimentació	220V / 380V Trifàsic
Intensitat	3,3A / 1,9A
Freqüència	50Hz
Potència	1CV 0,74Kw
Velocitat	1.420 r.p.m.



Reductor de la pala

Potència	1CV 0,74Kw
Velocitat entrada	1.420 r.p.m.
Velocitat sortida	31,5 r.p.m.
Relació	1/45

Motor de la bomba

Marca	Calpeda Vertice		
Tipus	PN 25 T		
Tensió alimentació	220V Trifàsic		
Potència	1,5 CV 1,1Kw		
Velocitat	2.800 r.p.m.		
Cabal (m ³ /h)	5	9	Altura (m)
	10	8	
	15	7	
	24	4	
	34	0,5	

6.8- MaterialAutòmat

Mitsubishi Alpha AL-20MR-D i mòdul d'expansió d'entrades Mitsubishi Alpha AL2-4EX. Amb aquest autòmat tenim en total: 13 entrades digitals, o 17 amb el mòdul d'expansió, dos entrades analògiques i 9 sortides digitals.

Font d'alimentació

La font d'alimentació és de la marca Telemecanique. És una font d'alimentació totalment estabilitzada que dona a la seva sortida una tensió de 24V de corrent continua a partir de 220V de corrent alterna. La intensitat màxima que admet és de 3A. Per obtenir una tensió de 24V exactes a la sortida, aquesta font permet la regulació de la sortida de forma molt senzilla.



Conductors

La secció dels conductors dependrà del seu us. Pels conductors del circuit de control utilitzarem cable de coure amb aïllament de policlorur de vinil amb una secció de 1mm^2 . En canvi pel circuit de potència utilitzarem cables de $1,5\text{mm}^2$ de secció.

L'elecció de la secció de cable s'ha fet a partir de les taules de màxima intensitat admissible pels cables amb conductors de coure que recull el reglament de baixa tensió (MI BT 017). S'han tingut en compte les intensitats màximes que podien passar per cada cable i s'han corregit amb el factor de temperatura i el factor d'agrupament. També s'ha tingut en compte l'estandardització del cable resultant, és a dir, si el cable mínim necessari és molt utilitzar per cablejar un quadre de les característiques que aquí es donen. Així, en el cas del circuit de control podríem utilitzar un cable de secció més petita però al no ser molt habitual hem escollit una secció més gran.

Contactors de potència

En total es necessiten 4 contactors de potència: un per fer pujar la pala, un per fer-la baixar, un per activar el motor de la bomba i un per activar el motor del grup hidràulic del bagant. Per manca de contactes normalment oberts o normalment tancats cada contactor porta a sobre un mòdul d'expansió d'aquests tipus de contactes.

Polsadors amb llum

Hi ha entrades que tenen una doble funció, com per exemple l'entrada que ens defineix el mode de funcionament: manual o automàtic. Per aquestes entrades necessitem polsadors amb llum que ens indicaran, en funció de si està encès o apagat, l'estat de l'entrada. Així, necessitem quatre polsadors amb llum que corresponen a les entrades: manual/automàtic, aturada, cicle continu i selector dels sistema. Els altres tres polsadors també tindran llum interior però aquest indicarà l'estat en que es troba el sistema. Aquests corresponen als polsadors: baixar, pujar i bomba. Per tant haurem de situar en total set polsadors amb llum interior.



Indicador

Necessitem un llum indicador vermell que ens servirà per obtenir la informació visual de si la alarma s'ha activat per algun dels motius que explicarem en punts següents.

Selector

Els sistema podrà anar comandat de forma remota o de forma local, per tant necessitem un selector de dos estats amb el qual poguem canviar la forma de comandament.

Temporitzador

Necessitem un temporitzador extern que serà el que ens donarà la senya, cada cert temps, per fer baixar automàticament la pala. El temporitzador ha de ser molt flexible, ja que ha de permetre temporitzar intervals de temps grans (varies hores) i intervals de temps petits (varis minuts).

Magnetotèrmic

El circuit de control està protegit per un magnetotèrmic de 6A que porta incorporat en contacte auxiliar normalment obert.

Guarda-motors

Com ja hem visat anteriorment els sistema està format per tres motors que estaran protegits per sobreintensitats i faltes a terra per tres disjuntors magnetotèrmics, dos de 2,4-4A pel motor de la pala i pel motor de la bomba i un de 6-10A pel motor del grup hidràulic.

Relés

Necessitem sis relés en total.

Telerruptors (biestables)

En total necessitem tres telerruptors per tal d'encendre el llum dels pulsadors: selector, manual o automàtic i cicle continu.

Armari

L'armari ho de tenir unes dimensions de 50cm d'amplada, 60cm d'alçada i 20cm de fundaria.

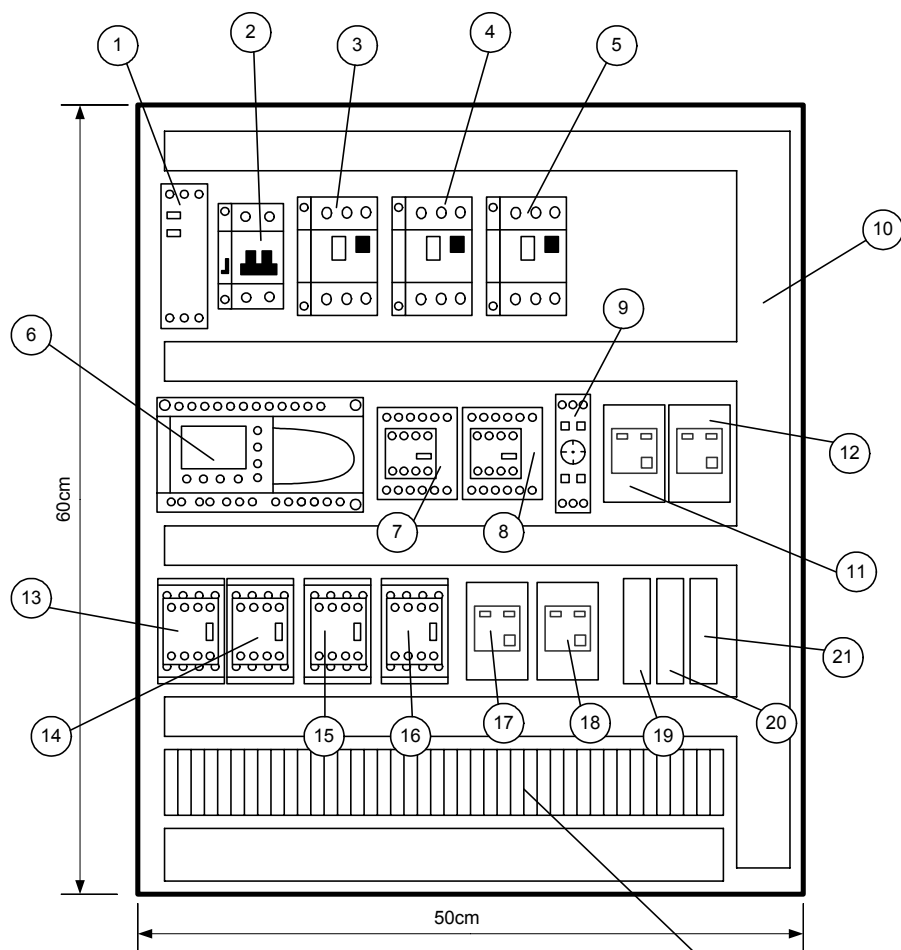


Resum de material bàsic	
<i>Element</i>	<i>Unitats</i>
Autòmat	1
Font d'alimentació	1
Contactors de potència	4
Polsadors amb llum	7
Indicador	1
Selector	1
Temporitzador	1
Magentotèrmis	1
Guarda-motor	3
Relés	6
Teleruptors	3
Armari i placa de montatge	1
Regletes	64
Potenciòmetre	2
Metres de guia perforada	2
Metres de canalera 30x30cm	2
Caixa 155x110x80mm	2

Taula 6.1: Taula resum del material bàsic per muntar el quadre



6.9- Disseny de l'armari



- 1.- Font d'alimentació (24V CC)
- 2.- Magnetotèrmic (protecció circuit de control)
- 3.- Guarda-motor de la pala
- 4.- Guarda-motor de la bomba
- 5.- Guarda-motor del grup hidràulic
- 6.- Autòmata
- 7.- Relé tall remot local
- 8.- Relé tall remot local
- 9.- Temporitzador
- 10.- Canaleta de cables
- 11.- Relé de l'atmosfera
- 12.- Relé dels llums i la càmera
- 13.- Contactador pala (baixar)
- 14.- Contactador pala (pujar)
- 15.- Contactador bomba
- 16.- Contactador grup hidràulic
- 17.- Relé baixar bagant
- 18.- Relé pujar bagant
- 19.- Relé selector
- 20.- Relé manual o automàtic
- 21.- Relé cicle continu
- 22.- Regletes

Figura 6.4: Esquema de la part interior de l'armari



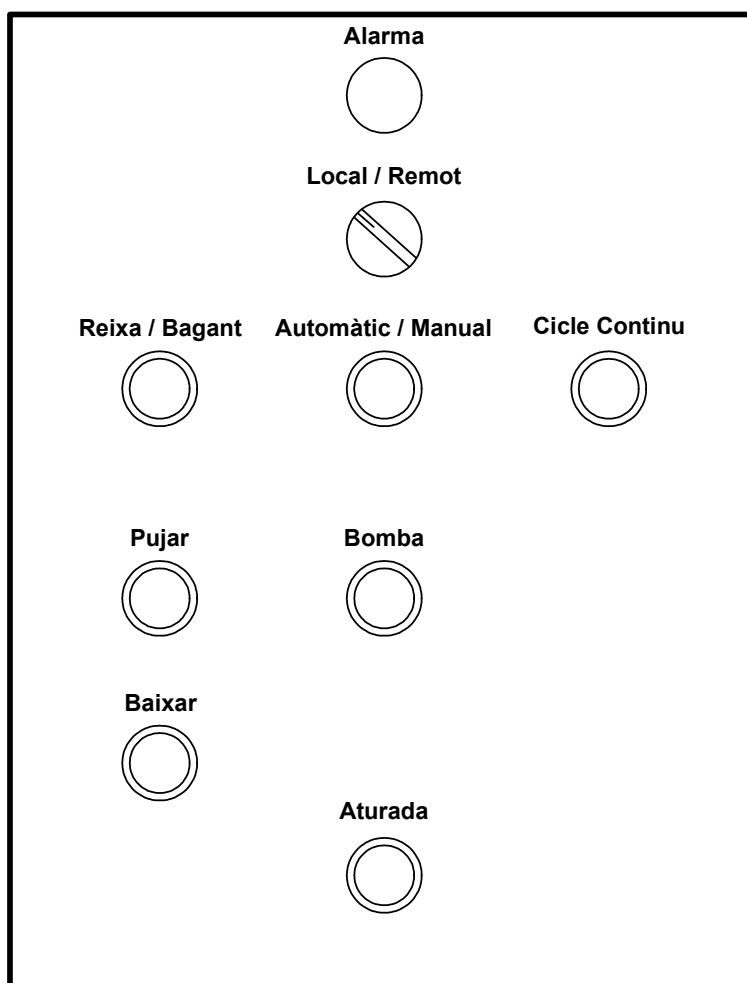


Figura 6.5: Esquema de la part frontal de l'armari

6.10- Nivells

6.10.1- Introducció

Després de buscar al mercat diferents formes de mesurar el nivell del canal (transductor magnètics, nivells capacitatiu, per ultrasons,...) es va decidir utilitzar per mesurar el nivell crear un sistema format per un simple potenciómetre, una boia i un corró. Els problemes d'aquesta altres tipus de nivell eren bàsicament dos:

- 1- Cost elevat
- 2- Sortida de la senyal a 4-20mA o 0-20mA



Aquest tipus de nivells per si sols ja eren cars i els que els feia encara més cars era el convertidor que s'hi havia d'introduir. La senyal prevista era una senyal de 0-10V i la majoria de nivells donaven una senyal de 4-20mA o 0-20mA.

Així doncs finalment el sistema utilitzat per obtenir els nivells abans de reixa i després de reixa va ser utilitzar un potenciòmetre mogut per un corró i una boia.

6.10.2- Disseny del nivell

El suport

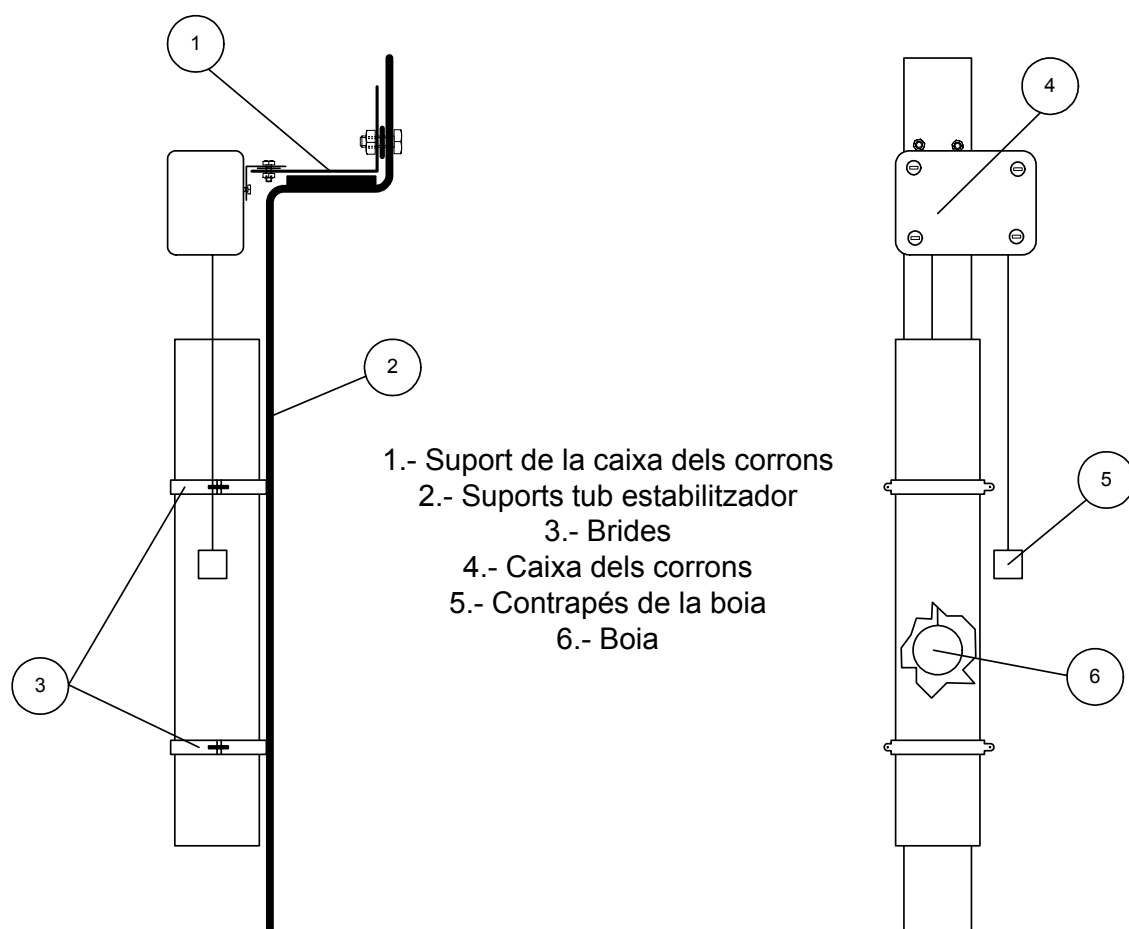


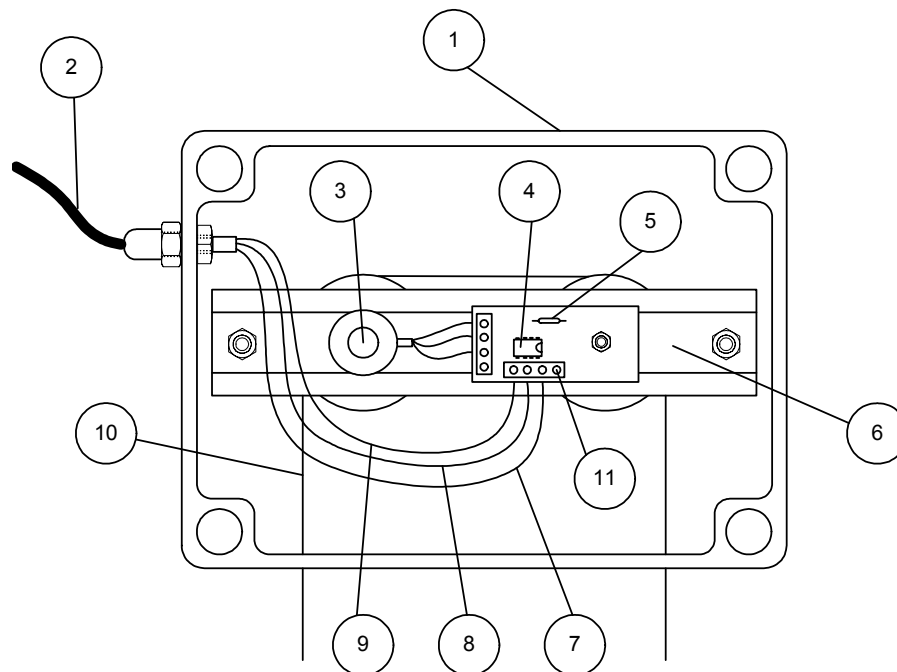
Figura 6.6: Vista davantera i posterior del nivell de l'aigua del canal

El nivell està format per una caixa que conté els següents elements: el potenciòmetre, els corrns i una petita placa que conté una resistència i un integrat. Com es pot veure a la figura aquesta caixa està collada sobre un suport que al mateix temps es



recolza sobre un altre suport més gran, on hi ha collat un tub que ens ajudarà a amortitzar les possibles oscil·lacions que pugui tenir l'aigua del canal. Dintre del tub hi ha situada la boia i a l'exterior d'aquest hi ha situat el contrapès.

La caixa del nivell



- 1.- Caixa dels corrns
- 2.- Manguera de 3 fils
- 3.- Potenciòmetre
- 4.- Integrat LM-358
- 5.- Resistència 12K
- 6.- Suport dels corrns
- 7.- Fil positiu
- 8.- Fil de senyal
- 9.- Fil negatiu
- 10.- Fil de la boia i el contrapès
- 11.- Regleta

Figura 6.7: Esquema de la caixa del nivell

A la figura anterior podem veure d'una forma detallada el disseny de l'interior de la caixa que conté el potenciòmetre d'on treien la senyal del nivell de canal de entre 0-10V. A la caixa hi arriba una manguera de tres fils amb l'alimentació del potenciòmetre (negatiu i positiu) i el tercer fil és la senyal de nivell. Per tal d'obtenir els 0-10V de



l'alimentació de 24V hem de posar una resistència que ens faci de divisor de tensió.
Els càlculs serien els següents:

$$24V - 10V = R \cdot I$$

$$10V = 10K \cdot I$$

$$\mathbf{R = 14K\Omega}$$

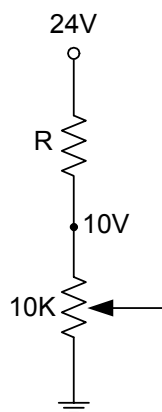
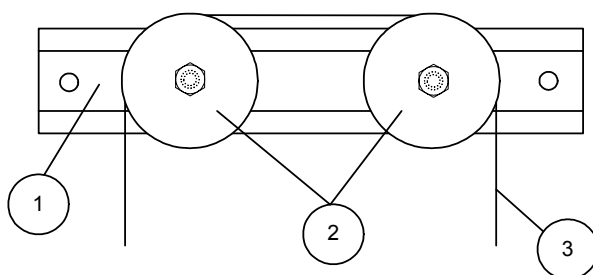


Figura 6.8: Esquema pel càlcul de la resistència R

A la figura següent podem veure una aplicació de la part posterior del suport del potenciòmetre on hi han situats els corrons. Aquests estan recoberts, per la part interior on llisca el fil, per una goma que fa que el fil no patini sobre el corró i per tant es perdi la referència.



1.- Suport dels corrons

2.- Corrons

3.- Fil de la boia i el contrapés

Figura 6.9: Esquema de la posició dels corrons



Circuit electrònic

Com es pot veure el sistema no és molt complicat, però es va complicar una mica ja que l'autòmat consumia una intensitat de 5,5mA per cada entrada analògica i al col·locar unes resistències tant grans feia que en el punt on hi havia d'haver 10V, no hi fossin. Per solucionar aquest problema es va haver d'insertar en el que seria la placa perforada, un petit circuit electrònic format per l'integrat LM-358 que en realitat són dos operacionals.

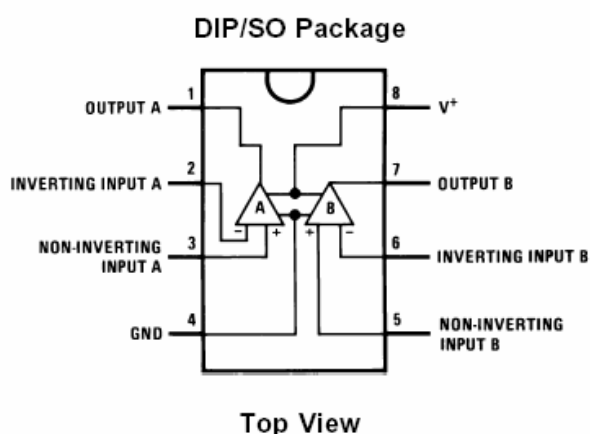


Figura 6.10: Disposició de l'empaquetament dels operacionals a l'integrat LM-358

Com es podrà veure en figures posteriors com que només necessitem un operacional per cada nivell, per raons d'implementació del circuit, l'operacional utilitzat és el "B"

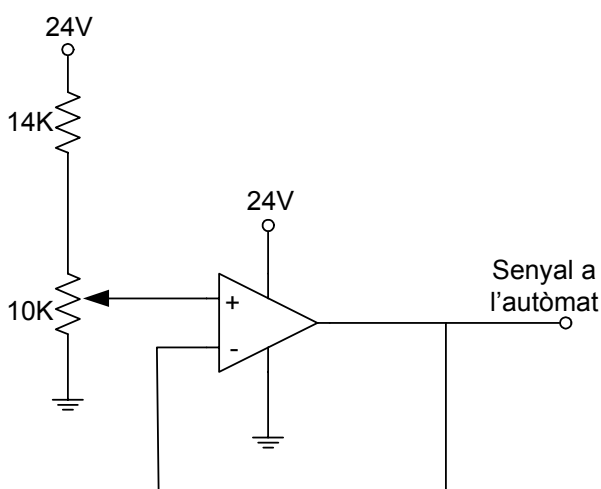


Figura 6.11: Esquema del circuit elèctric



L'operacional el que realitza, amb la configuració del circuit anterior és que la senyal que hi ha a l'entrada sigui la mateixa que hi ha a la sortida, és a dir, forcem que la senyal a la sortida no variï independentment de si l'autòmat, per la seva configuració interior ens distorsiona la senyal.

A la figura següent podem veure la disposició del circuit elèctric anterior sobre la placa de muntatge. Observem que l'operacional utilitzat és el de la dreta, és a dir, el "B" .

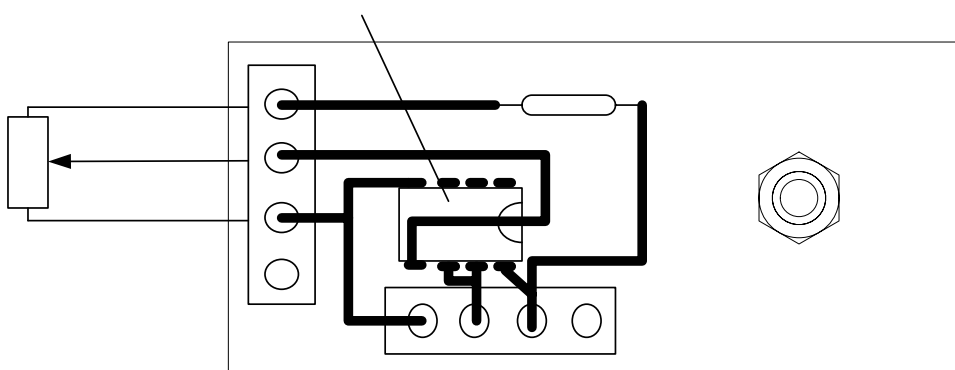


Figura 6.12: Esquema del circuit elèctric implementat sobre la placa perforada

6.11- Telecomandament

Com ja s'ha comentat anteriorment el sistema no seria complet si no es pogués arribar a telecomandar amb l'escada del qual ja es disposa. Per això el quadre es deixarà preparat perquè en un següent pas s'ampliï l'autòmat del telecomandament, ja que amb les entrades i sortides que avui en dia sobren, d'altres telecomandaments, no n'hi ha prou.

Així doncs les ordres i les informacions que hem de enviar i rebre d'aquest futur autòmat per poder fet un telecomandament segur són les següents.



Informació de l'autòmat de Sitel:

Local /Remot
Pujar bagant
Bagant a dalt
Bagant a baix
Baixar bagant
Baixar pala
Pujar pala
Bomba
Pala a dalt
Pala a baix
Seguretat

Taula 6.2: Informació bàsica pel telecomandament del quadre de l'escura reixes

Ordres de l'autòmat de Sitel:

Manual /Automàtic
Cicle Continu
Baixar
Pujar
Bomba
Reixa / Bagant
Aturar

Taula 6.3: Ordres bàsiques per poder telecomandar del quadre de l'escura reixes

6.12- L'autòmat

6.12.1- Introducció

Els mini autòmats són, avui en dia, utilitzats en gran quantitats dintre del món industrial, ja que ofereixen unes característiques que donen un major rendiment i velocitat de resposta més ràpida que altres tipus de funcionament que s'aplicaven anteriorment.



Les aplicacions en les quals aquests mini autòmats funcionen de forma correcta són moltes i molt importants, posem com a petit exemple les següents:

- Automatització de llums aires acondicionats i sistemes de rec
- Obertures i tancaments de portes
- Sistemes senzills de seguretat
- Control de corrals de bestiar o hivernacles
- Control de sistemes de producció senzills
- I molts d'altres...

A part de les grans aplicacions, els avantatges que ofereixen els mini autòmats també fan que la seva utilització sigui molt estesa. Alguns d'aquests avantatges són:

- Petites dimensions
- Gran quantitat d'entrades i sortides
- Modulables
- Fàcil programació
- Gran quantitat de funcions ja programades
- Baix cost

6.12.2- Alternatives

Al mercat hi ha molts tipus de mini autòmats programables i de diferents marques. Per motius de subministrador i també de coneixença del producte es van escollir dos autòmats diferents: els Logo de la marca Siemens i els Alpha de la marca Mitsubishi.

Els Logo eren uns autòmats que ja coneixia ja que n'havia hagut d'estudiar el seu funcionament degut a que es trobaven a diferents punts de les instal·lacions, com ja he explicat en apartats anteriors. Els nous Logo que Siemens té avui en dia al mercat són molt més potents que els que jo ja havia estudiat ja que amb el mateix format, tenen molta més memòria i sobre tot tenen moltes més funcions integrades. La seva capacitat d'ampliació ha també millorat molt respecte als anteriors, fins a 24 entrades digitals, 8 entrades analògiques i 16 sortides digitals.

La segona alternativa era l'autòmat de Mitsubishi, Alpha XL, el qual tenia prestacions semblants a l'autòmat de Siemens i del qual m'havien dit que s'estaven instal·lant molt i que donaven molt bon resultat.



La comparativa de preus és el següent:

Alpha de Mitsubishi		
Tipus	Unitats	Preu (€/u)
Mòdul principal	1	226
Mòdul d'ampliació	1	50
<i>TOTAL</i>		<i>276 €</i>

Logo de Siemens		
Tipus	Unitats	Preu (€/u)
Mòdul principal	1	103
Mòdul d'ampliació digital	3	45
Mòdul d'ampliació analògic	1	69
<i>TOTAL</i>		<i>307 €</i>

Taula 6.4: Taula comparativa dels costos de diferents autòmats

Com es pot veure sortia una mica més car el Logo de Siemens ja que el fet de que el mòdul principal tingui poques entrades fa que s'hagi d'ampliar amb molts mòduls d'extensió i el preu pugi.

Així doncs, com s'explicarà en apartats següents, l'elecció de l'autòmat va ser finalment el de Mitsubishi.

6.12.3- Característiques principals del mini autòmat utilitzat

El mini autòmat utilitzat és, com ja s'ha dit anteriorment un Mitsubishi AL2-24MR-D.

Les lletres d'aquest model tenen el següents significat:

AL2 → dintre dels autòmats de la seria Alpha de Mitsubishi el model AL2 és el model amb més entrades i sortides

24 → el número 24 fa referència al nombre total d'entrades i sortides que té l'autòmat. Concretament aquest model té 15 entrades i 9 sortides



- MR → fa referència al tipus de sortida. Les sortides poden ser a través de relés o a través de transistors. Els relés a diferència dels transistors suporten una intensitat més gran que els transistors, que és de 8A per als relés i 1A per als transistors. Així la "R" vol dir que la sortida és a través de relés
- D → la "D" fa referència a la tensió d'alimentació. Aquesta pot ser a 220V de corrent altern o de 24V de corrent continu. La "D" significa que la alimentació és de 24V de corrent continu

Les característiques principals són:

- 1- Possibilitat de visualitzar missatges i dades de diferents blocs funcionals a la pantalla de LCD (contadors, valors de temporitzador, valors analògics,...). La quantitat de caràcters que poden aparèixer en pantalla és de dotze caràcters per quatre línies.
- 2- Programació amb un ordinador personal ràpida i fàcil. Aquest model permet programar l'autòmat des d'un ordinador i posteriorment introduir el programa a l'autòmat a través d'un cable de programació (AL-232-CAB).
- 3- Entrades analògiques de 0-10V. Els models de corrent continu, com el cas que ens trobem, poden configurar-se les entrades digitals com a entrades analògiques de 0-10V amb una resolució de 0-500. En aquest model podem utilitzar 8 entrades digitals de les 15 que té en total, com a entrades analògiques.
- 4- Funció de rellotge. Les funcions de rellotge setmanal i rellotge mensual té molts interruptors que es poden programar i que proporcionen grans capacitats de control d'aplicacions que depenen del temps.
- 5- Capacitat de sortida de corrent alta. El model elegit al ser amb sortides a relés la màxima intensitat és de 8A.
- 6- EEPROM integrada. La EEPROM integrada elimina la necessitat de tenir una bateria per mantenir les dades emmagatzemades.
- 7- Ampliació modular amb un únic mòdul. Dintre del mateix espai que ocupa l'autòmat hi ha una zona reservada on s'hi introdueixen els mòduls d'extensió. Aquest espai és només per un mòdul cosa que limita una mica l'autòmat. Podem triar entre cinc mòduls d'extensió diferents:

Model	Funció
AL2-4EX	4 entrades digitals a 24V CC
AL2-4EX-A2	4 entrades digitals a 220V CA



AL2-4EYR	4 sortides digitals a relé
AL2-4EYT	4 sortides digitals a transistor
AL2-ASI-BD	Mòdul esclau xarxa ASI

Taula 6.5: Diferents mòduls d'expansió per a l'autòmat Alpha XL

El mini autòmat conté a la seva part superior l'alimentació, que pot ser en lògica positiva o lògica negativa, i les entrades digitals o analògiques. Les sortides es troben a la part inferior, com es pot veure a la figura següent. Les dos primeres sortides estan separades de les altres set, per tant tenen un comú per cadascuna; les dos següents estan juntes amb un únic comú; i les cinc últimes també estan juntes amb un comú per a totes.

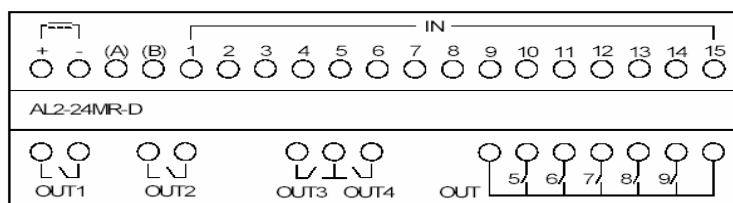
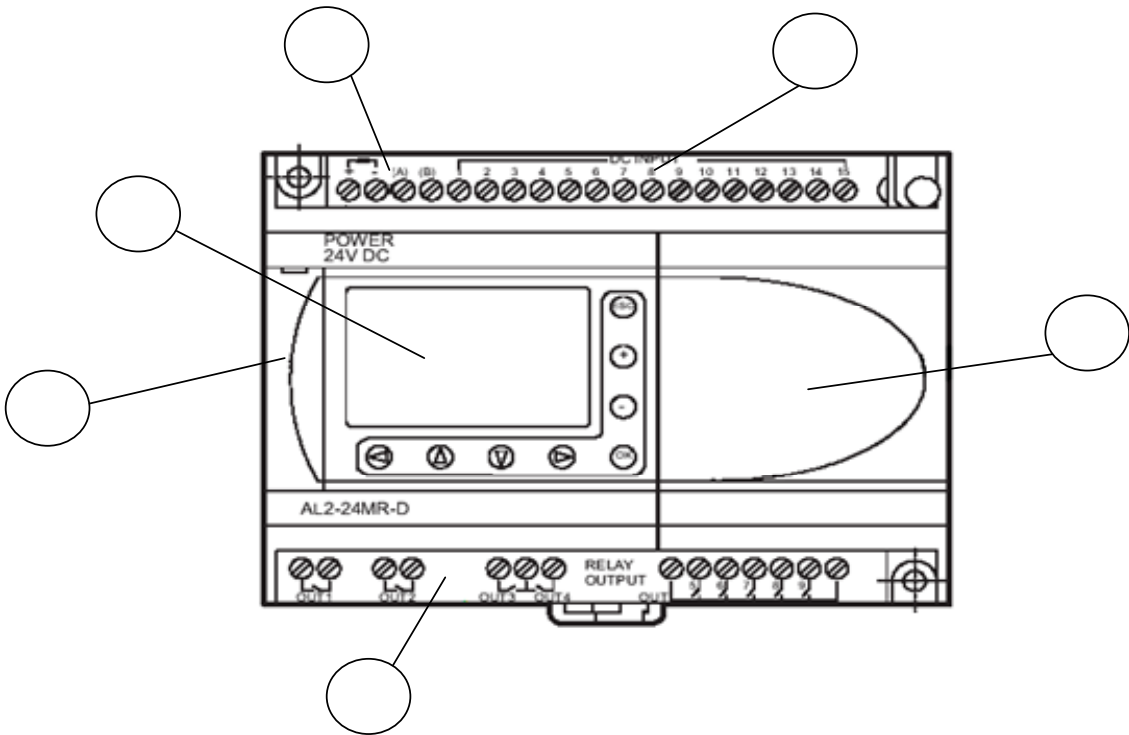


Figura 6.13: Ampliació de les connexions d'entrades i de sortides

Els mòduls d'extensió es situen a la part dreta de l'autòmat, traient la tapa que a la figura següent he designat amb el número tres. La pantalla LCD es situa més o menys al centre de l'autòmat i des de ella podem programar l'autòmat, canviar paràmetres, veure-hi missatges o valors de blocs funcionals. La tapa de l'esquerra amaga les connexions on hi podem connectar el cable a través del qual podem programar l'autòmat des d'un ordinador.





1

Figura 6.14: Gràfic del mini autòmat Mitsubishi AL2-24MR-D

6.12.4- Característiques tècniques 6

Les característiques tècniques generals són:

Descripció	Especificacions
Tensió d'alimentació	24V CC +20%, -15%
Temps màxim admissible de fallada de tensió	5ms
Consum elèctric màxim	9,0W
Corrent d'interrupció	≤ 7,0A

5



Característiques de les entrades:

Descripció	Especificacions
Tensió d'entrada	24V CC +20%, -15%
Intensitat d'entrada	5,5mA, 24V CC
Senyal 0 -> senyal 1 / senyal 1 -> senyal 0	Corrent: $\geq 4,7\text{mA}$ / $\leq 1,1\text{mA}$ Intensitat : $\leq 4\text{V}$ / $\geq 18\text{V}$
Circuit d'aïllament	No
Temps de reacció	10-20ms

Característiques de les entrades analògiques:

Descripció	Especificacions
Nº d'entrades analògiques	8 (I01 - I08)
Resolució	0-500
Velocitat de conversió	8ms
Impedància d'entrada	142k Ω
Exactitud general	$\pm 5\%$ (0,5V)
Tensió d'entrada	0-10V

Característiques de les sortides:

Descripció	Especificacions
Tensions de connexió	250V CA / 30V CC o menys
Carga resistiva màxima	8A
Temps de reacció	$\leq 10\text{ms}$
Càrrega inductiva màxima	(O01 - O04) 373VA (O05 - O09) 93VA

6.12.5- Programació

En el passat, a mesura que van anar apareixent PLC de diferents marques, cada marca tenia el seu lleguatge de programació pels seus PLC. Aquestes diferents formes de programació a part de ser característiques de cada PLC no eren intel·ligibles entre



elles, cosa que feia que si es sabia programar d'una certa forma s'havia de comprar un cert autòmat. La gran quantitat de llenguatges de programació va fer que una comissió de IEC (International Electrotechnical Commission) produís un estàndard mundial de llenguatges de programació d'autòmats, l'any 1993. El resultat és el molt ben conegut IEC 1131-3.

Segons aquest estàndard proposat per l'IEC (IEC 1131-3) els llenguatges estàndard de programació són cinc:

SFC: Sequential Function Chart (Grafcet)

IL: Instruction List (Llista d'instruccions)

ST: Structured Text (Text estructurat)

LD: Ladder Diagram (Diagrama de contactes)

FBD: Function Block Diagram (Diagrama de blocs funcionals)

Tot hi que tots aquests llenguatges s'han estandarditzat per la norma abans citada, no tots s'utilitzen d'igual forma ni per les mateixes aplicacions. Per les característiques de cadascun, depenent de l'aplicació ens serà més útil un tipus de llenguatge que un altre. Per exemple, alhora de programar és molt senzill utilitzar la programació per diagrames de contactes o diagrames de blocs funcionals, en canvi alhora d'explicar el funcionament d'un procés perquè quedi ben clar, el millor llenguatge és el Grafcet.

L'estàndard IEC 1131-3 ens diu concretament que en el fons el Grafcet no és un llenguatge de programació per si mateix ja que necessita altres llenguatges per expressar les transicions i les accions. Així també considera com a llenguatges gràfics estàndards el llenguatge de programació per diagrama de contactes i el llenguatge de programació per diagrames de blocs funcionals, que són els més utilitzats.

Mitsubishi per la programació dels seus PLC's de la seria Alpha utilitza un d'aquests llenguatges estàndard de programació, concretament utilitza els diagrames de blocs funcionals.

Aquest llenguatge consisteix en la col·locació de manera seqüencial i amb ramificacions d'una seria de blocs anomenats blocs funcionals. Cada bloc està format per una entrada o varies, una sortida, un número de bloc i la funció que realitza.



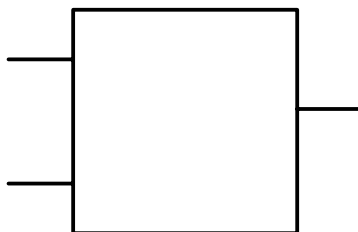


Figura 6.15: Esquema d'un bloc funcional general

La sortida dependrà directament de les entrades i la lògica que porti dintre, és a dir, la funció que realitzi. Per exemple, un bloc estàndard dintre del llenguatge de programació de blocs funcionals és el bloc "AND", l'aspecte del qual en la programació del PLC és el següent:



Figura 6.16: Esquema del bloc AND

Com podem veure aquest bloc té quatre entrades i una sortida. El funcionament d'aquest bloc és ben conegut i té la següent taula:

Entrada 1	Entrada 2	Entrada3	Entrada4	Sortida
1	1	1	1	1
1	1	1	0	0
1	1	0	1	0
1	1	0	0	0
1	0	1	1	0
1	0	1	0	0
1	0	0	1	0
1	0	0	0	0
0	1	1	1	0
0	1	1	0	0



0	1	0	1	0
0	1	0	0	0
0	0	1	1	0
0	0	1	0	0
0	0	0	1	0
0	0	0	0	0

Taula 6.6: Estat de la sortida en funció de les entrades en un bloc funcional "AND"

Un altre exemple més complex de bloc funcional és el bloc anomenat RS o SR en funció de si el Set és dominant o si el Reset és el dominant i el seu aspecte en el programa per programar l'autòmat és el següent:



Figura 6.17: Esquema del bloc funcional RS o SR

El funcionament d'aquest bloc bé explicat posteriorment per una taula, un diagrama d'una hipotètica seqüència i un diagrama de contactes:

Pin de Set	Pin de Reset	Sortida
0	0	Sense canvi
0	1	0
1	0	1
1	1	Depenent de la prioritat

Taula 6.7: Estat de la sortida en funció de les entrades en un bloc funcional "RS"

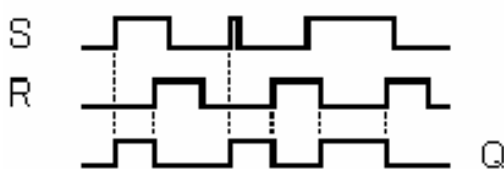


Figura 6.18: Diagrama d'una seqüència

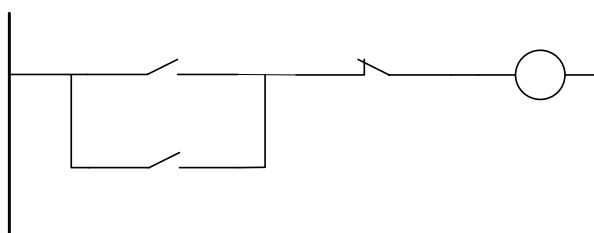


Figura 6.19: Diagrama de contactes



El funcionament com es pot veure observat els gràfica i la taula anteriors és ben senzill. Si la senyal de Set s'activa la sortida canvia d'estat i continua en aquest estat, independentment del valor de la senyal de Set, fins que no s'activa la senyal de Reset.

6.12.6- Connexió de l'alimentació

Cal destacar que aquest autòmat al connectar l'alimentació podem escollir si volem utilitzar els +24V com a comú o els -24V. En el nostre cas hem escollit que el comú sigui el negatiu i per tant les connexions de l'alimentació les hem realitzat així:

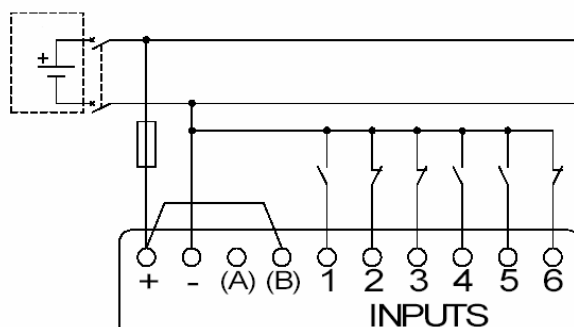


Figura 6.20: connexions de l'alimentació

6.12.7- El mòdul d'expansió

Per la falta d'entrades es va decidir ampliar l'autòmat amb un mòdul d'expansió de quatre entrades que com ja hem explicat anteriorment no ocupa espai ja que el mateix autòmat disposa d'aquest espai on col·locar un mòdul d'expansió i només un.

El funcionament és molt senzill ja que en el moment d'introduir aquest mòdul l'autòmat ja sap quin tipus de mòdul és i que disposa de quatre entrades més. Les característiques principals de les entrades d'aquest mòdul són les mateixes que les entrades del mòdul principal per tant les podem tractar com a quatre entrades més.



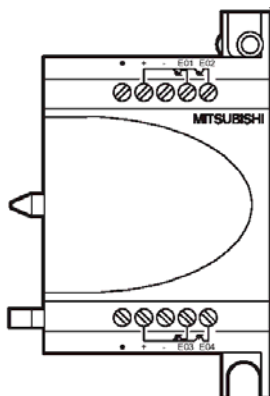


Figura 6.21: Gràfic del mòdul d'expansió

6.12.8- El software de programació

La programació de l'autòmat es pot fer a través de la mateixa pantalla LCD que té l'autòmat o a través d'un software de programació creat per la mateixa empresa. Aquest software anomenat, AL-PCS/WIN-E, és de fàcil utilització i de potents prestacions. És una gran eina d'ajuda per la programació dels controladors Alpha . La seva aplicació és molt simple i disposa d'un gran menú d'ajuda per acabar d'entendre el seu funcionament general i sobretot el funcionament dels seus blocs funcionals bàsics.

Com ja he explicat en apartats anteriors la programació a través d'aquest programa es realitza amb el llenguatge de blocs funcionals. En total disposem de 54 blocs funcionals diferents, des dels més simples com podrien ser portes "AND" o portes "OR", fins a funcions més complexes com són els comptadors, temporitzadors, etc. La unió dels diferents blocs es realitza a través de cables que poden ser de dos tipus: si els cables són prims vol dir que la informació que passa per allà és digital, en canvi si és gruixut vol dir que la informació és analògica (mirar figura 6.22).

Com ja he dit la programació és molt més senzilla amb aquest programa ja que el fet de poder veure tots els blocs facilita la feina i ho fa tot més entenedor, que haver de programar bloc per bloc a la pantalla de LCD de l'autòmat. Les icones dels diferents blocs, entrades i sortides també ajuden a entendre la funció de cadascun i per tant també fan més comprensible tot el conjunt.



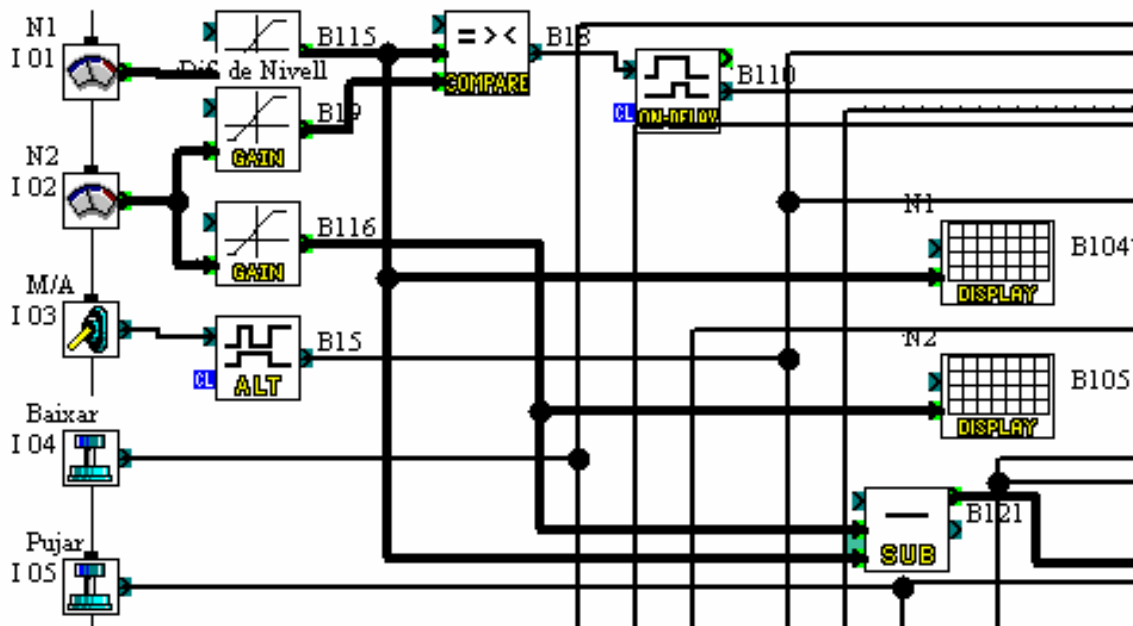


Figura 6.22: Exemple de programació amb blocs funcionals amb el programa de Mitsubishi AL-PCS/WIN-E

A part de les facilitats que programació el programa disposa d'un sistema de simulació i de monitoreig de gran utilitat.

La simulació es pot fer a partir de la mateixa finestra on hem inserit el nostre programa: entrades, sortides i blocs funcionals. Manipulant les entrades podem veure com canvia l'estat de les diferents sortides i per tant si el programa funciona correctament. Una altra forma de simular el funcionament del programa és a partir de la finestra anomenada "Monitoreo en diseño del sistema". Aquesta finestra ens permet crear una sèrie de formes, inserir imatges i inserir les icones de les entrades i sortides de tal forma que ens donin una idea de com és físicament el sistema. Alhora de simular a partir d'aquesta finestra podem tenir molt més a mà l'estat de totes les variables importants que intervenen en el sistema i no hem d'estar pendents de la situació d'aquestes com passa amb la finestra de disseny del programa. Així la simulació de programes amb moltes entrades i sortides i molts paràmetres a controlar és fa molt més fàcil i comprensible.



La finestra que es va crear per fer aquesta simulació es mostra en el següent gràfic:

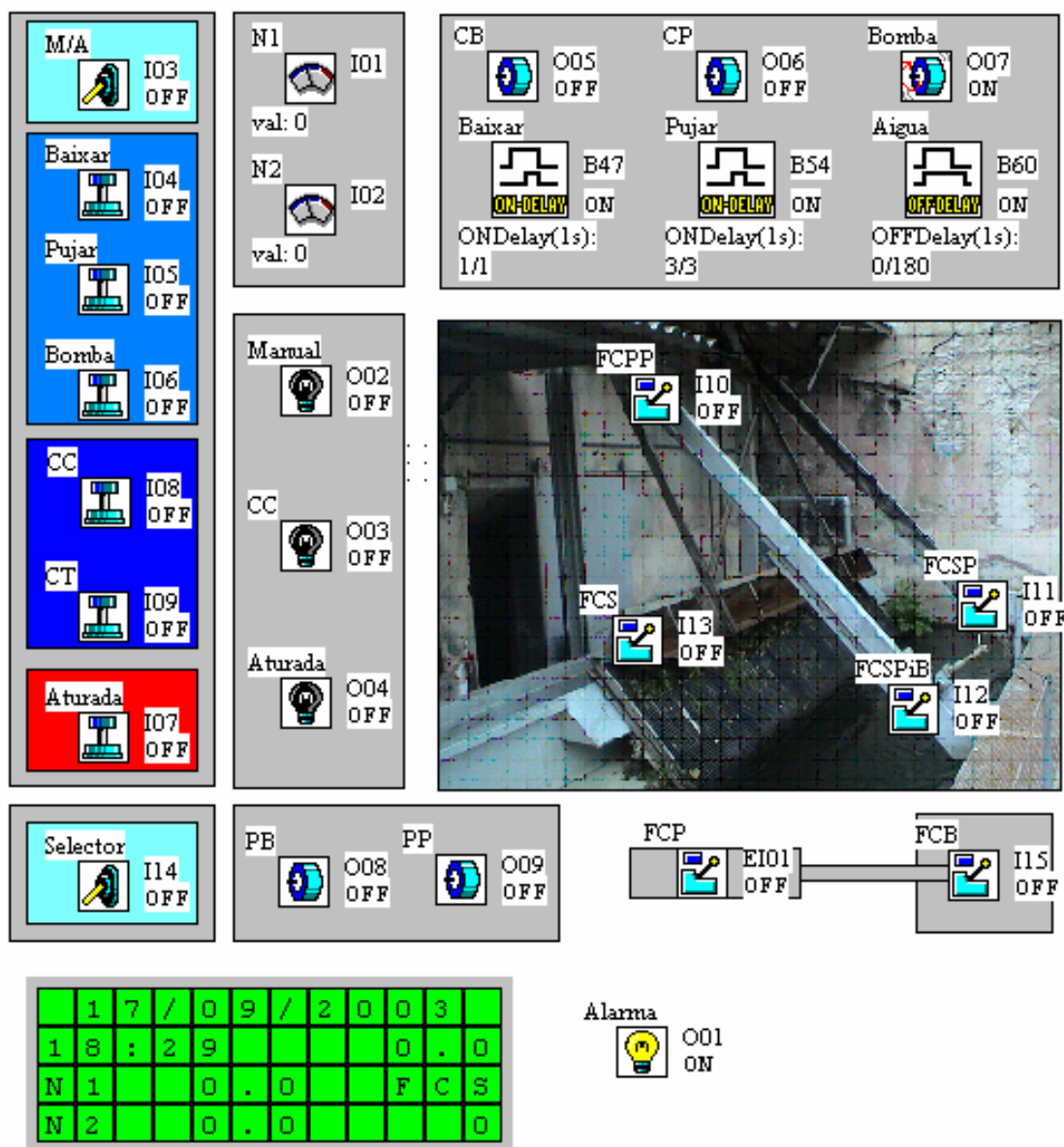


Figura 6.23: Esquema per simular de forma senzill el programa de control de l'escura reixes

A la figura anterior podem veure una imatge congelada d'un dels moments de la simulació del programa de funcionament de l'escura reixes i el bagant de descàrrega. Podem veure una imatge de l'escura reixes i sota d'aquesta posat horitzontalment i esquemàticament el pistó del bagant i els seus dos finals de carrera. També podem



veure l'estat de totes les variable i paràmetres importants que intervenen en el funcionament del sistema. A la part inferior de la figura hi ha representat en forma rectangular i de color verd, la pantalla LCD de l'autòmat amb els missatges que en ella hi apareixen.

6.13- Pressupost del material

<u>Descripció</u>	<u>Quantitat</u>	<u>Preu</u>	<u>Dte.</u>	<u>Import</u>
Font Telemecanique ABL-7RE 3A	1	114,6	35%	74,49 €
Contactor 9A 1NA/1NC 24V	4	56,7	33%	151,96 €
Bloc contactes auxiliars 2NO/aNC	4	12,3	35%	31,98 €
Potenciòmetre 10K	2	7,101	0%	14,20 €
Placa de montatge 600x500mm	1	25,93	32%	17,63 €
Armari metàl·lic Himel 600x500x200mm	1	107,25	35%	69,71 €
Polsador Telemecanique amb llum	7	16,3	35%	74,17 €
Caixa 155x100x80	2	3,4	30%	4,76 €
Regletes terra 6mm	1	3,66	30%	2,56 €
Regletes 4mm	58	0,7986	30%	32,42 €
Automat Mitsubishi AL2-24MR-D	1	267	15%	226,95 €
Cable Mitsubishi AL-232CAB	1	78	15%	66,30 €
Modul d'extensió Mitsubishi AL2-4EX	1	59	15%	50,15 €
Disjuntor Magnètic 2,5-4A	2	51,5	35%	66,95 €
Bloc auxiliar lateral 1NO/1NC	2	8,75	33%	11,73 €
Disjuntor Magnètic 6-10A	1	59,3	33%	39,73 €
Bloc auxiliar lateral 1NO/1NC	1	7,85	33%	5,26 €
Magnetotèrmic 6A	1	35,83	55%	16,12 €
Bloc auxiliar 1NA lateral	1	27,91	35%	18,14 €
Relé Releco C3 24V CC	4	11,161	30%	31,25 €
Telerruptor 16A 48V CA 24V CC	3	39,72	35%	77,45 €
Relé 20A 24V CC	2	32,2	35%	41,86 €
Contacte auxiliar 4NC	2	11,05	35%	14,37 €
Metres canal Unex 30X30	2	2,41	30%	3,37 €
Metres guia perforada	2	3,572	30%	5,00 €
TOTAL				1.148,52 €

Taula 6.8: Pressupost del material necessari per muntar el quadre



6.14- Diagrames de Gantt de l'execució del projecte

Diagrama de Gantt Previst

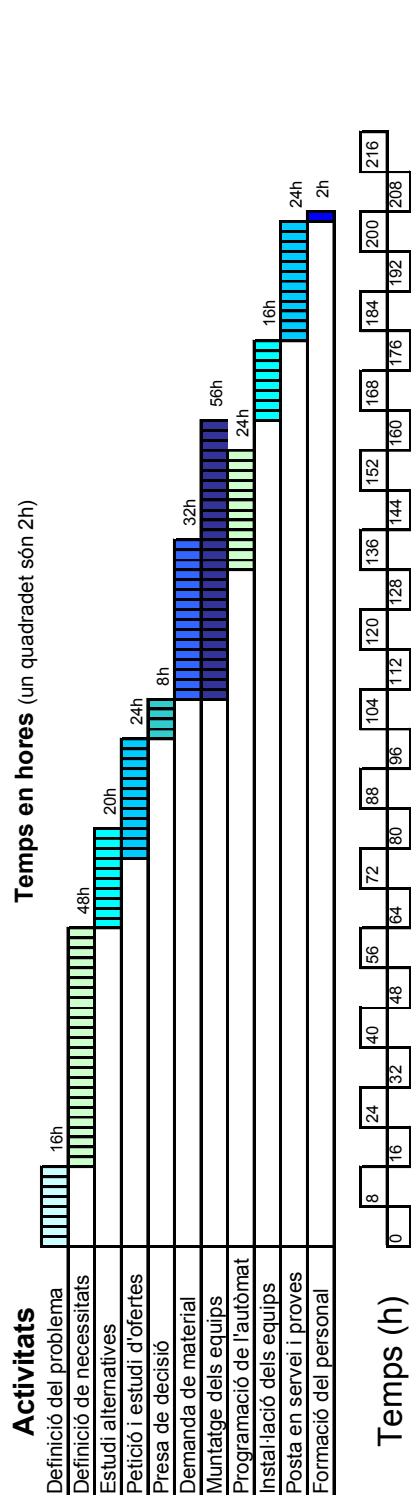


Diagrama de Gantt Real

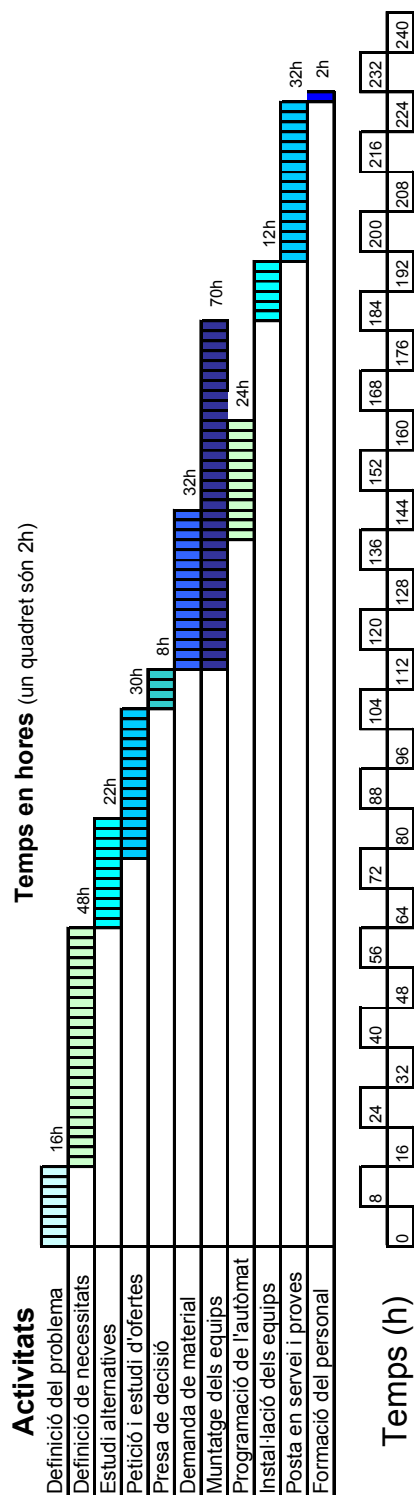


Figura 6.24: Diagrames de Gantt de la realització del projecte de l'escura reixes



6.15- Petites instruccions de funcionament del quadre

Introducció

El quadre situat a la zona de l'escura reixes serveix per comandar dos sistemes al mateix temps; per una banda l'escura reixes i per una altra el bagant de descàrrega situat prop d'aquest. Els modes de funcionament tant per l'escura reixes com pel bagant són dos: manual o automàtic. Els sistemes estan controlats per una seria de finals de carrera que ens ajudaran a realitzar un cicle automàticament i al mateix temps que els sistemes no superin els límits d'actuació.

Situació dels polsadors

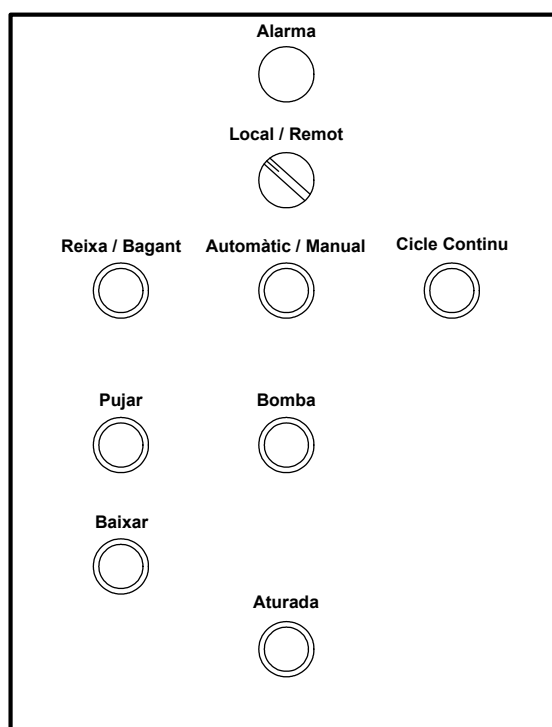


Figura 6.25: Esquema de la part frontal del quadre nou

Selecció del sistema a comandar

La selecció del sistema a comandar es realitza de forma senzilla prement el polsador de color blau situat a la part superior esquerra. Si la llum interior del polsador està encesa indica que el sistema actiu és el bagant de descàrrega i si està apagat el sistema actiu és l'escura reixes.



Polsador aturada

El polsador aturada fa la funció, al mateix temps, de polsador d'emergència, ja que atura en qualsevol moment el funcionament de qualsevol sistema que està actiu (motor de la pala, bomba d'aigua o motor del grup hidràulic). Quan premem el polsador d'aturada el llum interior que s'encén indica que el sistema està aturat i per tant qualsevol intent d'accionar-lo queda inutilitzat. Si volem tornar a comandar el sistema haurem de tornar a prémer el polsador d'aturada, amb el qual el llum s'apagarà.

Així, polsant una vegada aturem el sistema i el llum s'encén, i tornant a polsar anul·lem l'aturada i el llum es torna a apagar.

Selecció del mode de funcionament

Per seleccionar un mode o altre s'ha de prémer el polsador de color blau situat al centre de la part superior. Si la llum interior del polsador està encesa el mode de funcionament activat és el manual i si està apagat el mode de funcionament és l'automàtic.

Selecció del cicle continu

El funcionament de l'escura reixes en cicle continu consisteix en el funcionament de forma continuada de la bomba d'aigua i també el funcionament de forma continuada de la pala que puja i baixa sense parar. Per activar aquest cicle hem de prémer el botó vermell de la part superior dreta. Si el llum està encès vol dir que el cicle continu està activat.

Els botons "Pujar", "Baixar" i "Bomba"

Els polsadors de "Pujar" i "Baixar" tenen la funció de fer pujar o baixar el sistema seleccionat, la pala o el bagant. El polsador bomba activa la bomba d'aigua. Aquests tres polsadors també tenen una llum interior que s'activa quant el contactor corresponent actua, per tant, la llum indica si la pala està baixant, si la pala està pujant o si la bomba està funcionant.



Selector Local / Remot

Aquest selector situat just per sota de l'indicador d'alarma ens permet canviar de tipus de comandament, ja sigui des de la mateixa reixa (Local) o des d'un ordinador de forma telecomandada (Remot).

Funcionament de l'escura reixes

Com ja s'ha explicat a la introducció l'escura reixes té dos modes de funcionament: manual i automàtic.

Mode automàtic

Quant l'escura reixes treballa en mode automàtic es realitza un cicle que segueix els següents passos: primer la pala baixa fins al fons del canal, quant arriba a aquest punt s'activen una seria de finals de carrera que aturen la pala i posen en funcionament la bomba d'aigua, immediatament la pala comença a pujar fins a activar els finals de carrera superiors que fan aturar la pala, en aquest moment també s'activa un temporitzador (bloc B60) que farà apagar la bomba al cap d'un temps preestablert de 180s.

Nota: el contactor de la bomba i el de la pala són independents per tant no s'ha d'esperar que la bomba s'apagui per poder tornar a fer baixar la pala. El temps que la bomba està en funcionament és pot canviar en el bloc B60, per fer-ho mirar l'apartat "Canvi de paràmetres dels blocs funcionals".

Mode manual

Aquest mode ens permet situar la pala en qualsevol punt del seu recorregut, tant de pujada com de baixada. Els polsadors utilitzats per moure la pala són els de pujar, baixar i aturada. El funcionament és fàcil, prement el polsador pujar o baixar la pala puja i baixa fins que no premem el polsador d'aturar (mirar apartat "Polsador d'aturada").

Nota: és aconsellable no baixar la pala quant aquesta ja ha passat per la posició inferior del seu recorregut, ja que el fregament amb la reixa fa que el mateix pes de la pala no sigui suficient per fer-la baixar i com a conseqüència les cadenes es desatansen.

Funcionament del bagant

El bagant, com l'escura reixes, també té dos modes de funcionament: manual i automàtic.



Mode automàtic

El funcionament del mode automàtic és el següent: si premem un dels dos polsadors , “baixar” o “pujar”, el motor del grup hidràulic s’engega i el bagant comença a pujar o baixar. Aquest no s’atura fins que s’activa un dels dos finals de carrera (superior si estem pujant o inferior si estem baixant) o premem el polsador d’aturada. Cal recordar que si premem el polsador “aturar” l’haurem de tornar a prémer per poder tornar a comandar algun dels dos sistemes.

Mode manual

El mode manual està dissenyat perquè el sistema pugi i baixi a través d’impulsos. Així mentrestant tinguem el polsador “pujar” o “baixar” premuts el bagant pujarà o baixarà i quant els deixem anar el bagant es parerà.

Nota: els finals de carrera delimiten el recorregut possible del bagant i per tant si el superior està activat no podrem pujar més i si l’inferior està activat no podrem baixar més.

Transformació de les dades analògiques en centímetres

Les entrades analògiques utilitzades són la primera i la segona. Aquestes entrades de 0-10V ens donen la referència del nivell de canal abans i després de reixa. El rang de valors que interpreta l’autòmat és de 0-500unitats, així 5V a l’entrada vol dir que tenim un valor de 250 unitats i un valor de 10V vol dir un valor de 500 unitats.

Aquests valors per si sols no volen dir res i per això els hem transformat en distàncies. Cal dir que al display de l’autòmat podem veure representats aquest valors en centímetres més el primer decimal. Per aconseguir-ho es realitzen les càlculs interiors en decímetres i en el bloc funcional que permet la sortida del valor pel display es divideix el valor per 10.



Les gràfiques que representen aquesta transformació de dades són les següents.

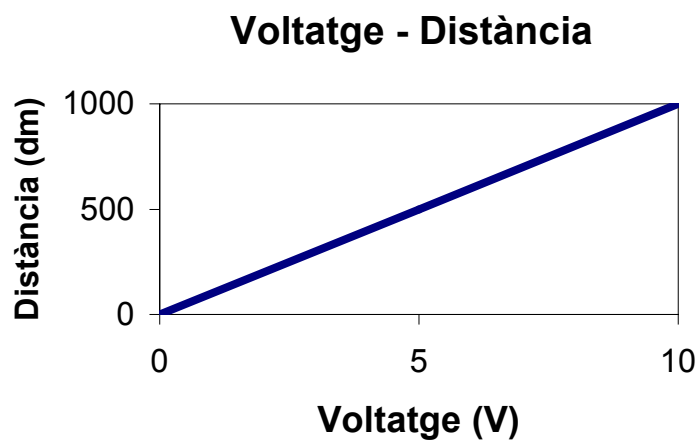


Figura 6.26: Relació entre la tensió d'entrada i la distància que representa

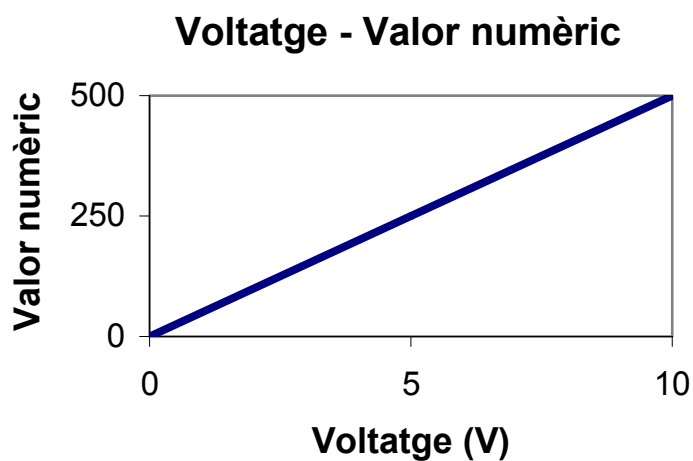


Figura 6.27: Relació entre la tensió d'entrada i el valor numèric que representa

Així la relació entre el valor numèric i la distància expressada en decímetres surt fent els següents càlculs.

Equació de la corba que relaciona voltatge i distància:

$$\text{Distància (dm)} = 100 \times \text{Voltatge (V)}$$



Equació de la corba que relaciona voltatge i valor numèric:

$$\text{Valor numèric} = 50 \times \text{Voltatge (V)}$$

A partir de les equacions anteriors en trèiem una que ens relacioni la distància amb el valor numèric:

$$\text{Distància (dm)} = 2 \times \text{Valor numèric}$$

Aquesta és l'equació que hem introduït en els blocs: B115, B19, B116. Al bloc B19 li hem restat a més el valor de 50dm que és la diferència de nivells per la qual volem que es posi en funcionament la pala. Per tant pel bloc B19 l'equació és la següent:

$$\text{Distància (dm)} = 2 \times \text{Valor numèric} - 50$$

Aquesta modificació es fa perquè el comparador només ens informa si un valor és més gran, més petit o igual que un altre, així, entrant la diferència de nivells a l'entrada del comparador aconseguim que s'activi quan la diferència entre els dos valors és més gran que un cert nombre.

Nota: el recorregut del conjunt potenciòmetre i politja és de 100cm la referència de nivells respecte en el sobreeixidor és la següent: 50cm equival a que l'aigua no vessa pel sobreeixidor, 0cm es troba per sobre d'aquest punt i 100cm per sota.

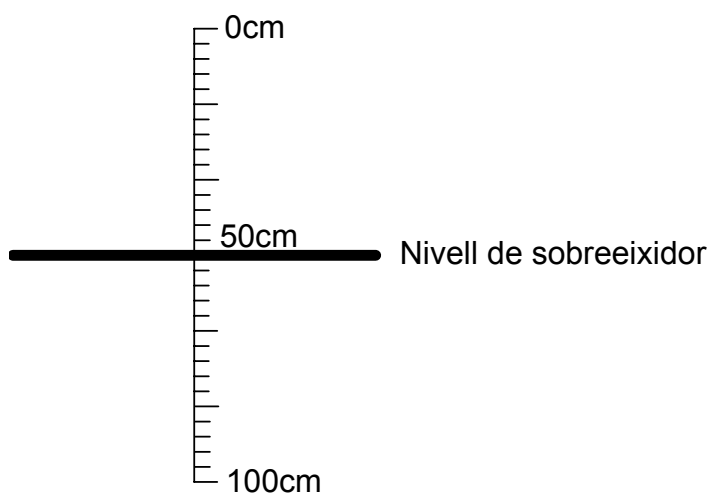


Figura 6.28: Esquema de la referència de nivells



Display de l'autòmat

El display de l'autòmat ens dóna dos tipus d'informació, per una banda informació relacionada amb els nivells i per una altra informació relacionada amb les possibles alarmes.

A la primera filera podem veure la data actual. A la segona podem veure l'hora i a la dreta d'aquesta segona fila un valor que ens indica el nombre de vegades que s'ha activat la pala degut a que la diferència entre el nivells era superior a la programada, en el nostre cas 5cm. A la tercera i quarta fila a la banda esquerra podem veure el valor dels nivells expressats en centímetres. A la tercera fila a la banda dreta hi apareixen les alarmes fent pampallugues, en el cas de la figura podem veure que s'ha activat l'alarma degut a que la pala ha superat els límits (FCS final de carrera de seguretat); hi ha dos tipus d'alarmes que apareixen en aquest display, la deguda a l'activació del final de carrera de seguretat i la deguda a la superació del temps de pujada o baixada (mirar apartat "Alarmes"). Finalment a la quarta fila a la dreta hi ha la diferència de nivells expressada en centímetres.



	0	3	/	0	8	/	2	0	0	3	
1	9	:	1	5							0
N	1		5	0	.	6			F	C	S
N	2		5	1	.	2			0	.	6

Figura 6.29: Esquema del display de l'autòmat

Alarmes

L'indicador d'alarma situat a la part superior del quadre s'activa per tres motius diferents:

- 1.- Superació dels límits del recorregut de la pala
- 2.- El temps de maniobra de la pala supera els límits previstos
- 3.- Alguna de les proteccions ha superat els límits establerts

El primer i segon tipus apareixen de forma parpellejant al display de l'autòmat amb el text, FCS i Temps respectivament. Si l'indicador està activat i el display no marca res vol dir que alguna de les proteccions ha caigut.

Desbloquejar l'escura reixes en cas de FCS

La forma de desbloquejar l'escura reixes en cas que s'activi el FCS és molt senzill. Només hem de posar el sistema en mode automàtic i al mateix temps que premem el



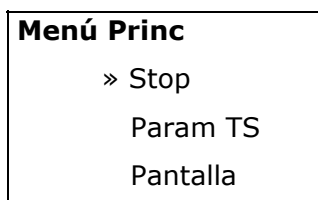
pulsador "Bomba" premem el pulsador "Pujar" o "Baixar" en funció de si la pala ha sobrepassat el límit superior o el límit inferior.

Nota: atenció amb aquesta maniobra ja que si ens equivoquem de pulsador i premem "Pujar" en lloc de "Baixar " o viceversa, farem que la pala encara superi més els límits del seu recorregut.

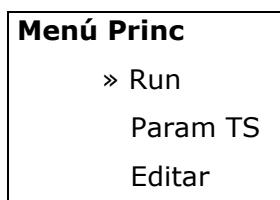
Canvi de paràmetres dels blocs funcionals

En cas que es vulgui canviar algun dels paràmetres del programa de l'autòmat el procediment és el següent:

- 1) Premem la tecla "ESC" i "OK" al mateix temps entrem al menú principal.



- 2) El primer que hem de fer és parar l'autòmat. Triem el submenú "Stop" i premem "OK" i un altre cop "OK". El menú principal quedarà de la següent manera:



- 3) Per canviar algun paràmetre del programa hem d'entrar al submenú editar. Per fer-ho premem la tecla "↓" dos vegades i "OK". En pantalla apareixerà un dels blocs del programa.

- 4) Si premem la tecla "ESC" entrarem al menú "Editar"



- 5) Ara ens disposem a buscar el bloc que ens interessa dintre del programa. Per fer-ho anem al submenú "Salto" prement la tecla "↑" dos vegades i "OK". Ens apareixerà la pantalla següent:

Salto
A N EI ED B
B019
Offset

Aquesta funció serveix per buscar entrades, sortides, senyals analògiques, blocs... de forma directa.

- 6) Per buscar un bloc en concret hem de posar-nos en la posició que la lletra B estigui parpellejant, si no ens trobem en aquest posició premem la tecla "→" o "←" fins a situar-nos sobre la lletra "B". Després busquem el bloc que ens interessa amb les tecles "↑" i "↓" i premem "OK" per veure el bloc seleccionat.
- 7) Un cop dintre del bloc si premem la tecla "OK" entrarem dintre d'un menú que més o menys tindrà una forma com les següents:

B110: DL
» Unidad tiempo
Param FB
Cambio Num

B 019: OG
» Param FB
Cambiar Num
Borrar FB

- 8) Finalment entrant a la opció "Param FB" i la tecla "OK" podrem canviar el paràmetre desitjat.
- Pels blocs B60, B92 i B110 apareixerà una pantalla com la següent:



B060: DL

» Tiempo Pau

Tiempo Pau

Entrant a una de les dos opcions que tenen el mateix nom trobarem el paràmetre que volem canviar. El canviem amb les tecles "+" i "-".

Tiempo Pau

T= 180s

t= 0s

Pel bloc B19 la pantalla després de prémer "Param FB" és la següent:

B019: OG $Y=A / B * X + C$

El paràmetre que volem canviar està parpellejant, en el nostre cas ens interessa canviar la C que és el valor que representa la diferència de nivell, per tant, prement la tecla "→" o "←" ens situem sobre la C i premem "OK". Apareixerà el valor de C i el canviem amb les tecles "+" i "-".

- 9) Per sortir i posar en marxa un altre cop l'autòmat s'ha de prémer "ESC" fins al menú "Editar" i seleccionar la opció "Salida" i prémer "OK". Després en el menú principal seleccionem la opció "Run" i premem dos vegades "OK".

Editar

Salto

FB Nuevo

» Salida

Menú Princ

» Run

Param TS

Editar



Nota: els menús representats a les figures anteriors no són complets, ja que a la pantalla només hi surt una part, per tant, per veure altres opcions haurem d'utilitzar les tecles "↑" i "↓".

Els blocs més importats i dels quals ens pot interessar canviar algun paràmetre són:

- 1- Bloc B19: en aquest bloc hi introduïm la diferència entre els dos nivells per la qual volem que s'activi la pala. El paràmetre a canviar és el "C" i l'hem d'introduir en decímetres i signe negatiu. Així si volem que la diferència entre el dos nivells sigui de 7cm hem de posar "-70".
- 2- Bloc B60: en aquest bloc introduïm el temps que volem que la bomba estigui en funcionament un cop la pala ja ha arribat al punt superior.
- 3- Bloc B92: en aquest bloc introduïm el temps pel qual s'activarà l'alarma per excés de temps a la pujada o a la baixada.
Nota: el temps de baixada i pujada és aproximadament de un minut, per tant el paràmetre d'aquest bloc ha de ser superior a 60 segons.
- 4- Bloc B110: aquest bloc és el que fa una mica de filtre per les oscil·lacions que té l'aigua al canal. Amb aquest bloc el que aconseguim és que un cop la diferència de nivell ja sigui la programada, la pala no s'activi immediatament sinó que tardi un cert temps per assegurar que la diferència no és fruit d'una turbulència de l'aigua del canal.
- 5- Blocs B104, B105, B122, B114, B106, B107, B108, B109, B111, B112: són blocs que ens donen una informació a través del display.

Bloc	Missatge	Bloc	Missatge
B104	Valor nivell 1	B109	Hora actual
B105	Valor nivell 2	B111	Lletres "FCS"
B106	Lletres N1	B112	Lletres "Temps"
B107	Lletres N2	B114	Comptador de maniobres
B108	Dia de la setmana	B122	Diferència de nivells

Nota: en cas que s'hagin de fer moltes modificacions és aconsellable utilitzar el software de l'autòmat.



Característiques dels motors

Motor de la pala

Marca	Electromotor Lact
Índex de protecció	IP – 44
Tensió d'alimentació	220V / 380V Trifàsic
Intensitat	3,3A / 1,9A
Freqüència	50Hz
Potència	1CV 0,74Kw
Velocitat	1.420 r.p.m.

Motor de la bomba

Marca	Calpeda Vertice		
Tipus	PN 25 T		
Tensió alimentació	220V Trifàsic		
Potència	1,5 CV 1,1Kw		
Velocitat	2.800 r.p.m.		
Cabal (m ³ /h)	5	9	Altura (m)
	10	8	
	15	7	
	24	4	
	34	0,5	

Motor del grup hidràulic

Tensió alimentació	220 / 380V Trifàsic
Intensitat	6,2 / 3,6A
Potència	1,5Kw
Velocitat	1415r.p.m.
Freqüència	50Hz
Cosinus de fi	Cos(φ)=0,81
Índex de protecció	IP 55



LlistatsEntrades i sortides de l'autòmat

Entrades		
<i>Nom</i>	<i>Funció</i>	<i>Fil</i>
I1	Nivell abans de reixa	61
I2	Nivell després de reixa	62
I3	Manual / Automàtic	03
I4	Baixar	04
I5	Pujar	05
I6	Bomba	06
I7	Aturada	07
I8	Cicle continu	08
I9	Senyal de temps	09
I10	Final de carrera parar de pujar	41
I11	Final de carrera seguretat de pujar	42
I12	Finals de carrera seguretat de baixar i parar de baixar	43
I13	Final de carrera de seguretat	44
I14	Selector de reixa / bagant	014
I15	Final de carrera de baixar (bagant)	51
EI1	Final de carrera de pujar (bagant)	52
E12	Seguretat de la bomba	

Sortides		
<i>Nom</i>	<i>Funció</i>	<i>Fil</i>
O1	Indicador alarma	1
O2	Indicador manual / automàtic	S2
O3	Funcionament cicle continu	S3
O4	Aturada	S4
O5	Baixar	S5
O6	Pujar	S6
O7	Bomba	S7
O8	Baixar bagant	S8
O9	Pujar bagant	S9



Elements que integren el quadre

Elements del quadre	
<i>Nom</i>	<i>Funció</i>
H1	Indicador alarma
H2	Indicador cicle continu
H3	Indicador manual / automàtic
H4	Indicador reixa / bagant
H5	Indicador bomba
H6	Indicador pujar
H7	Indicador baixar
H8	Indicador aturada
S1	Selector remot / local
S2	Polsador cicle continu
S3	Polsador manual / automàtic
S4	Polsador reixa / bagant
S5	Polsador bomba
S6	Polsador pujar
S7	Polsador baixar
S8	Polsador aturada
KM1	Contactador baixar pala
KM2	Contactador pujar pala
KM3	Contactador bomba
KM4	Contactador motor bagant
Q1	Guarda motor pala
Q2	Guarda motor bomba
Q3	Guarda motor bagant
Q4	Magnetotèrmic circuit de control
KA1	Relé tall remot
KA2	Relé tall remot
KA3	Relé alarma
KA4	Relé llums i càmera
KA5	Relé baixar bagant
KA6	Relé pujar bagant



KA7	Biestable selector reixa / bagant
KA8	Biestable manual / automàtic
KA9	Biestable cicle continu

Borner

Nota: la numeració es realitza d'esquerra a dreta.

Borner	
<i>Numero</i>	<i>Funció</i>
1	Fase R motor pala
2	Fase S motor pala
3	Fase T motor pala
4	Fase R motor bomba
5	Fase S motor bomba
6	Fase T motor bomba
7	Fase R motor bagant
8	Fase S motor bagant
9	Fase T motor bagant
10	Electrovàlvula pujar
11	Electrovàlvula pujar
12	Electrovàlvula baixar
13	Electrovàlvula baixar
14	Negatiu
15	Final de carrera parar de pujar
16	Negatiu
17	Final de carrera seguretat de pujar
18	Negatiu
19	Finals de carrera seguretat de baixar i parar de baixar
20	Negatiu
21	Final de carrera de seguretat
22	Negatiu
23	Final de carrera de baixar (bagant)
24	Negatiu
25	Final de carrera de pujar (bagant)



26	Positiu
27	Negatiu
28	Nivell abans de reixa
29	Nivell després de reixa
<i>Informació a l'autòmat de "Sitel"</i>	
30	Comú
31	Local / remot
32	Pujar bagant
33	Bagant a dalt
34	Bagant a baix
35	Baixar pala
36	Pujar pala
37	Bomba
38	Pala a dalt
39	Pala a baix
40	Seguretat
41	Baixar bagant
42	Manual /automàtic
43	Reixa / bagant
44	Cicle continu
45	Alarma
<i>Ordres a l'autòmat de "Sitel"</i>	
46	Comú
47	Lliure
48	Lliure
49	Lliure
50	Lliure
51	Bomba
52	Pujar
53	Baixar
54	Aturada
55	Escura reixes / Bagant
56	Manual / Automàtic
57	Cicle Continu



Alimentació

58	Lliure
59	Lliure
60	Lliure
61	Fase R
62	Fase S
63	Fase T
64	Neutre





7-Pressupostos

7.1- Pressupost de l'estudi previ

El pressupost del cost que ha tingut fer l'estudi tant del funcionament de la central hidroelèctrica com del seu estat tecnològic és el següent.

Pressupost estudi previ	Hores	Preu (€/h)	Import (€)
Treball de camp	80	27	2.160
Recerca d'informació	24	27	648
Elaboració de la memòria	32	40	1.280

	Quilòmetres	Preu (€/Km)	Import (€)
Desplaçaments	750	0,2	150

TOTAL	4.238		
--------------	-------	--	--

7.2- Pressupost de les millores al control de l'escura reixes

Que cost que ha suposat realitzar les millores proposades en el sistema d'escura reixes ha estat el següent.

Pressupost escura reixes	Hores	Preu (€/h)	Import (€)
Realització del projecte	50	40	2.000
Muntatge del quadre	140	20	2.800
Instal·lació dels equips	24	20	480
Proves	32	20	640

	Unitats	Preu (€/u)	Import (€)
Material	1	1.148	1.148

TOTAL	7.068		
--------------	-------	--	--



7.3- Pressupost d'altres millores a realitzar

Com ja s'ha explicat en l'apartat cinc, on s'explicaven les diferents millores a realitzar, fruit de l'estudi previ de la central hidroelèctrica, moltes de les propostes no eren propostes senzilles ni del tot barates ja que la inversió que es preveia era bastant gran. Al no ser propostes senzilles ens veiem amb la necessitat de demanar a un proveïdor extern una oferta per portar a terme aquestes millores que es creien necessàries per tal de continuar innovant les instal·lacions.

Així doncs es va demanar a l'empresa Sitel S.A. una oferta d'un dels seus productes que és l'automatització i control de forma remota de màquines de generació d'energia elèctrica. Aquest producte cobreix les propostes de millores tres i quatre que es plantegen en el punt cinc d'aquesta memòria.

Pressupost Remotes centrals

Remotes centrals	Quantitat	Preu (€/u)	Import (€)
Remota màquina gran	1	20.027	20.027
Remota màquina petita	1	20.027	20.027
Generació de base de dades	1	110	110
Generació de Sinòptics	1	110	110

TOTAL	40.274		
--------------	--------	--	--

Varis	Quantitat	Preu (€/u)	Import (€)
Instal·lació i posta a punt màquina gran	1	1.052	1.052
Instal·lació i posta a punt màquina petita	1	1.052	1.052
Documentació			Incloua
Transports i embalatges	1	210	210

TOTAL	2.314		
--------------	-------	--	--

Total oferta	Quantitat	Preu (€/u)	Import (€)
Remotes centrals	1	40.054	40.054
Centre de control remot	1	0	0
Varis	1	2.314	2.314

TOTAL	42.368		
--------------	--------	--	--



ANNEX A

CARACTERÍSTIQUES DE L'AUTÒMAT LOGO! 230-RC

Característiques tècniques:

	Logo! 230-RC
Dimensions	72 x 90 x 55 mm
Pes	190 g
Tensió entrada	115/230 V c.a.
Marge admissible	85...253 V c.a.
Freqüència de xarxa admissible	47...63 Hz
Consum de corrent (230 V c.a.)	10...20 mA
Potència dissipada (230 V c.a.)	2,3...4,6 W
Entrades digitals <ul style="list-style-type: none"> • Quantitat • Separació galvànica • Intensitat de entrada per senyal 0 • Intensitat de entrada per senyal 1 	6 no <0,03 mA >0,08 mA
Sortides digitals <ul style="list-style-type: none"> • Quantitat • Tipus de sortida • Separació galvànica 	4 Sortides a relè Si

Recursos disponibles:

Un programa de Logo! Pot ocupar com a màxim els següents recursos.

Blocs	Paràmetres	RAM	Temporitzadors	REM	Marques
56	48	27	15	15	8



ANNEX B

MINI AUTÒMAT LOGO! 230-RC PER SELECCIONAR LES COMPORTES

Relació d'entrades i sortides

Entrada	Senyal	Actuador (manual)	Actuador (Remot)	Relè
A1 I1.0	Automàtic	S1	SD31	KA1,KA5
A1 I2.0	Selector comportes	S5	SD61	

Sortida	Senyal	Relè
A1 Q1	Comporta 1	KA11
A1 Q2	Comporta 2	KA12
A1 Q3	Comporta 3	KA13
A1 Q4	Comporta 4	KA14

Funcionament

La funció d'aquest autòmat és la realitzar una seqüència constant alhora de seleccionar una comporta. La seqüència de selecció és la següent: comporta 1, comporta 2, comporta 3, comporta 4, totes les comportes alhora, cap comporta seleccionada i tornem a començar amb la comporta 1.

El funcionament d'aquest primer Logo! anomenat A1 (autòmat 1), es basa en tant sols dos entrades i quatre sortides. En funció del nombre de vegades que polsem el pulsador S5 o actuem sobre la sortida digital SD61 activarem una de les quatre comportes, cap comporta o les quatre alhora.



Annex C

MINI AUTÒMAT LOGO! 230-RC PER CONTROL DE NIVELL ECOLÒGIC

Relació d'entrades i sortides

Entrada	Senyal	Actuador (manual)	Actuador (Remot)	Relè
A2 I1.0	Automàtic	S1	SD31	KA1, KA5
A2 I2.0	Condicions d'obrir	S3	SD34	KA7, KA8
A2 I3.0	Condicions de tancar			KA6, KA3, KA16, KA17
A2 I4.0	Comporta oberta			Seqüència d'obrir
A2 I5.0	Comporta tancada			Seqüència de tancar

Sortida	Senyal	Relè
A2 Q1	Obrir	KM2
A2 Q2	Tancar	KM3
A2 Q3	Procés de regulació	H5

Funcionament

En funció de si les condicions per obrir o tancar són favorables o les comportes estan totes obertes o tancades, l'autòmat dona una pulsació per d'obrir o tancar les comportes. Les condicions que s'han de donar perquè s'obrin les comportes o es tanquin s'expliquen en el punt quatre de la memòria.



Annex D

LLISTAT DE COMPONENTS, ENTRADES I SORTIDES DE LA CASA COMPORTA

Relació de dispositius instal·lats

Nom	Tipus	Acció	Actua sobre
S0	Selector	Remot/Local	si posició local H0
S1	Polsador	Manual/Automàtic	KA1, KA5 (indirectament)
S2	Polsador	Emergència	KA2
S3	Polsador	Cabal ecològic	KA3
S4	Polsador	Càmera TV	KA4
S5	Polsador	Selector comportes	A1 I2.0
S6	Polsador	Obrir	KM2
S7	Polsador	Tancar	KM3
KA1	Biestable	Automàtic	KA5, H1
KA2	Biestable	Emergència	KA10, H2
KA3	Biestable	Cabal ecològic	KA7 (indirectament), H3, A2 I3.0
KA4	Biestable	Càmera de TV	H4, S18
KA5	Relè	Automàtic	A1 I1.0, A2 I1.0, seqüència d'obrir i tancar comportes
KA6	Relè	Control de nivell	A2 I3.0, KA8, KA9
KA7	Relè	Aux. cabal ecològic	A2 I2.0, ED36
KA8	Relè	Aux. control de nivell	A2 I2.0, H8
KA9	Relè	Aux. control de nivell	ED35
KA10	Relè	Aux emergència	H10, ED31
KA11	Relè	Comporta 1	H11, ED55
KA12	Relè	Comporta 2	H12, ED56
KA13	Relè	Comporta 3	H13, ED37
KA14	Relè	Comporta 4	H14, ED38
KA15	Biestable	Llums exteriors	
KA16	Biestable	Màquina gran oberta	H16, A2 I3.0
KA17	Biestable	Màquina petita oberta	H17, A2 I3.0



KA18	Biestable	Presència exterior	A2 I6.0
KA19	relè	Auxiliar ditel pressió	ED54
KM1	Relè	Motor grup hidràulic	Motor grup hidràulic
KM2	Relè	Obrir	KM1, H6, seqüència d'obrir i tancar comportes
KM3	Relè	Tancar	KM1, H7, seqüència d'obrir i tancar comportes
F3	Relè tèrmic		
H0	Pilot de llum	Ind. funcionament local	
H1	Pilot de llum	Ind. funcionament automàtic	
H2	Pilot de llum	Ind. emergència programada	
H3	Pilot de llum	Ind. cabal ecològic programat	
H4	Pilot de llum	Ind. presència exterior	
H5	Pilot de llum	Ind. procés de regulació	
H6	Pilot de llum	Indicador obrir	
H7	Pilot de llum	Indicador tancar	
H8	Pilot de llum	Indicador nivell ecològic	
H9	Pilot de llum	Indicador càmera "on"	
H10	Pilot de llum	Indicador d'emergència	
H11	Neó	Indicador de comp. 1	
H12	Neó	Indicador de comp. 2	
H13	Neó	Indicador de comp. 3	
H14	Neó	Indicador de comp. 4	
H16	Pilot de llum	Ind. maq. gran oberta	
H17	Pilot de llum	Ind. maq. petita oberta	
S8	Final de carrera	FC comporta 1 superior	Seqüència d'obrir comportes
S9	Final de carrera	FC comporta 1 inferior	Seqüència de tancar comportes
S10	Final de carrera	FC comporta 2 superior	Seqüència d'obrir comportes
S11	Final de carrera	FC comporta 2 inferior	Seq. de tancar comportes



S12	Final de carrera	FC comporta 3 superior	Seqüència d'obrir comportes
S13	Final de carrera	FC comporta 3 inferior	Seqüència de tancar comportes
S14	Final de carrera	FC comporta 4 superior	Seqüència d'obrir comportes
S15	Final de carrera	FC comporta 4 s inferior	Seqüència de tancar comportes

Relació d'entrades i sortides dels Logos!

Nom	Tipus	Acció	Actua sobre
A1 I1.0	Entrada	Automàtic	
A1 I2.0	Entrada	Selector de comportes	
A1 Q1	Sortida relè	Comporta 1	KA11
A1 Q2	Sortida relè	Comporta 2	KA12
A1 Q3	Sortida relè	Comporta 3	KA13
A1 Q4	Sortida relè	Comporta 4	KA14
A2 I1.0	Entrada	Automàtic	
A2 I2.0	Entrada	Condicions d'obrir	
A2 I3.0	Entrada	Condicions de tancar	
A2 I4.0	Entrada	Comporta oberta	
A2 I5.0	Entrada	Comporta tancada	
A2 Q1	Sortida relè	Obrir	KM2
A2 Q2	Sortida relè	Tancar	KM3
A2 Q3	Sortida relè	Procés de regulació	H5

Relació d'entrades i sortides de l'autòmat de Sitel

Nom	Tipus	Acció	Rep acció de	Bloc
ED31	Entrada digital	Emergència	KA10	3
ED32	Entrada digital	Motor grup "on"	KM1	3



ED33	Entrada digital	Disparo relè tèrmic	F1	3
ED34	Entrada Digital	Lliure		
ED35	Entrada digital	Nivell ecològic programat	KA9	3
ED36	Entrada digital	Nivell ecològic (Vessa/no vessa)	KA7	3
ED37	Entrada digital	Control Local	S0	3
ED38	Entrada digital	Automàtic	KA5	3
ED41	Entrada digital	Comporta 1 alt	S8	4
ED42	Entrada digital	Comporta 1 baix	S9	4
ED43	Entrada digital	Comporta 2 alt	S10	4
ED44	Entrada digital	Comporta 2 baix	S11	4
ED45	Entrada digital	Comporta 3 alt	S12	4
ED46	Entrada digital	Comporta 3 baix	S13	4
ED47	Entrada digital	Comporta 4 alt	S14	4
ED48	Entrada digital	Comporta 4 baix	S15	4
ED51	Entrada digital	Lliure		
ED52	Entrada digital	Lliure		
ED53	Entrada digital	Presència exterior	KA7	5
ED54	Entrada digital	Excés de pressió al grup	KA19	5
ED55	Entrada digital	Comporta 1 seleccionada	KA11	5
ED56	Entrada digital	Comporta 2 seleccionada	KA12	5
ED57	Entrada digital	Comporta 3 seleccionada	KA13	5
ED58	Entrada digital	Comporta 4 seleccionada	KA14	5
ED61	Entrada digital	Baixar comportes	KM3	6
ED62	Entrada digital	Pujar comportes	KM2	6
ED63	Entrada digital	Llums exteriors encesos	KA15	6
ED64	Entrada digital	Lliure		
ED65	Entrada digital	Lliure		
ED66	Entrada digital	Lliure		
ED67	Entrada digital	Lliure		
ED68	Entrada digital	Lliure		



Nom	Tipus	Acció	Actua sobre	Bloc
SD31	Sortida digital	Manual/Automàtic	KA1, KA5	3
SD32	Sortida digital	Manual/Automàtic	KA1, KA5	3
SD33	Sortida digital	Emergència	KA2	3
SD34	Sortida digital	Cabal ecològic	KA3 (No connectat)	3
SD41	Sortida digital	Màquina gran oberta	KA16	4
SD42	Sortida digital	Màquina petita oberta	KA17	4
SD43	Sortida digital	Lliure		
SD44	Sortida digital	Lliure		
SD51	Sortida digital	Obrir	KM2	5
SD52	Sortida digital	Tancar	KM3	5
SD53	Sortida digital	Càmera de TV	KA4	5
SD54	Sortida digital	Lliure		
SD61	Sortida digital	Selecció comporta	A1 I2.0	6
SD62	Sortida digital	Act/desact cabal ecològic	KA3	6
SD63	Sortida digital	Igual que SD51 (connectat diferent)		6
SD64	Sortida digital	Igual que SD52 (connectat diferent)		6

Relació dels fils que arriben als potenciòmetres

Nom	Tipus	Acció	Rep acció de	Bloc
304/303	Entrada Analògica	Nivell Canal		3
313/314	Entrada Analògica	Potenciòmetre comporta 1		3
323/324	Entrada Analògica	Potenciòmetre comporta 2		4
333/334	Entrada Analògica	Potenciòmetre comporta 3		4
343/344	Entrada Analògica	Potenciòmetre comporta 4		5
352/350	Entrada Analògica	Pressió grup		5



Annex E

LLISTAT DE COMPONENTS, ENTRADES I SORTIDES DE LA CENTRAL

Relació d'entrades i sortides del Logo!

Nom	Tipus	Acció	Rep acció de
I1	Entrada	Manual/automàtic	
I2	Entrada	Màquina acoblada	KA1
I3	Entrada	Polsador reactiu	Polsador L
I4	Entrada	Polsador capacitiu	Polsador C
I5	Entrada	Per sobre de 0'98	RL2
I6	Entrada	Per sota de 0'98	RL1
Q1	Sortida relé	Manual/automàtic	
Q2	Sortida relé	Fa més reactiu	
Q3	Sortida relé	Fa més capacitiu	
Q4	Sortida relé	Comptador	

Relació d'entrades i sortides de l'autòmat de Sitel

Nom	Tipus	Acció	Bloc
E1	Entrada digital	Temp. coixinet 1	1
E2	Entrada digital	Temp. coixinet 2	1
E3	Entrada digital	Temp. coixinet 3	1
E4	Entrada digital	Temp. coixinet 4	1
E5	Entrada digital	Faltes a terra	1
E6	Entrada digital	Falta pressió calderí	1
E7	Entrada digital	Comandament local	1
E8	Entrada digital	Comandament automàtic	1
E9	Entrada digital	Protecció maniobra	2
E10	Entrada digital	Sistema PLC	2
E11	Entrada digital	Generador acoblat	2
E12	Entrada digital	Generador desacoblat	2



E13	Entrada digital	Turbina obrint-se	2
E14	Entrada digital	Turbina tancant lentament	2
E15	Entrada digital	Turbina tancant ràpidament	2
E16	Entrada digital	Manca d'aigua	2
E17	Entrada digital	Sobreintensitat	3
E18	Entrada digital	Potència inversa	3
E19	Entrada digital	Cont. acoblament Kainotronic	3
E20	Entrada digital	Lliure	3
E21	Entrada digital	Lliure	3
E22	Entrada digital	Lliure	3
E23	Entrada digital	Lliure	3
E24	Entrada digital	Lliure	3
E25	Entrada digital	Manca tensió companyia	4
E26	Entrada digital	Disparo disjuntor	4
E27	Entrada digital	Nivell riu	4
E28	Entrada digital	Prova mòbil	4
E29	Entrada digital	Màquina petita aturada	4
E30	Entrada digital	Màquina gran oberta	4
E31	Entrada digital	Màquina petita oberta	4
E32	Entrada digital	Desactivar mòbils	4

Nom	Tipus	Acció	Bloc
S1	Sortida digital	Automàtic	1
S2	Sortida digital	Manual	1
S3	Sortida digital	Arrancar	1
S4	Sortida digital	Desbloquejar	1
S5	Sortida digital	Obrir turbina	2
S6	Sortida digital	Tancar turbina	2
S7	Sortida digital	Connectar tensió maniobra	2
S8	Sortida digital	Desconnectar tensió maniobra	2
S9	Sortida digital	Parada emergència	3
S10	Sortida digital	Lliure	3
S11	Sortida digital	Prova mòbil	3
S12	Sortida digital	Missatge rebut	3



S13	Sortida digital	Lliure	4
S14	Sortida digital	Lliure	4
S15	Sortida digital	Lliure	4
S16	Sortida digital	Lliure	4

Nom	Tipus	Acció	Bloc
A1	Entrada analògica	Posició turbina	1
A2	Entrada analògica	Nivell aigua	1
A3	Entrada analògica	r.p.m. Turbina	2
A4	Entrada analògica	Tensió C-3	2
A5	Entrada analògica	Tensió excitació	3
A6	Entrada analògica	Intensitat excitació	3
A7	Entrada analògica	Nivell riu	4
A8	Entrada analògica	Lliure	4



ANNEX F

INFORMACIÓ CONTINGUDA AL CD

L'annex que hi ha dintre del CD conté informació de diferent tipus. Una part són els arxius dels plànols i esquemes que s'han realitzat i una altra part és informació que no s'ha imprès com els anteriors annexes perquè o no és molt important o perquè el volum que ocupa és massa extens.

La distribució d'aquest annex s'organitza a través de carpetes el nom del qual informa del seu contingut. Així el contingut és bàsicament el següent:

- 1- Carpeta de "Manuals"
Conté tots els manuals necessaris per entendre el funcionament dels autòmats, tant el Logo! Com l'Alpha. També hi ha un manual de l'Elcat
- 2- Carpeta de "Galeria de Fotos"
Conté fotos de la casa comporta, de la central, de l'escura reixes i del procés de muntatge del nou quadre
- 3- Carpeta de "Esquemes quadre casa comporta"
Conté els esquemes elèctrics del quadre de la casa comporta
- 4- Carpeta de "Esquemes quadre escura reixa"
Conté els esquemes elèctrics del quadre de l'escura reixes
- 5- Carpeta de "Programes dels controladors Logo"
Conté els esquemes dels programes dels tres Logo! que hi ha instal·lats a l'empresa
- 6- Carpeta de "Programa del controlador Alpha"
Conté els esquemes dels programes del controlador Alpha
- 7- Carpeta de "Oferta i manual de Sitel"
Conté la oferta econòmica i el manual de l'automatització de centrals hidroelèctriques de l'empresa Sitel S.A.
- 8- Carpeta de "Altres components"
Conté característiques tècniques de diferents elements que integren algun dels sistemes estudiats.



9- Carpeta de "Esquema del programa Alpha"

Conté una imatge en format "bmp" de l'esquema del programa introduït al controlador Alpha de Mitsubishi

10-Carpeta de "Esquemes dels programes de Logo!"

Conté els esquemes dels programes dels Logo! que hi ha que hi ha a l'empresa amb format "pdf"





CONCLUSIONS

Com a conclusió podem dir que tant els objectius didàctics del projecte, com els objectius del projecte en si, marcats al començament del mateix s'han pogut portar a terme amb èxit.

Amb aquest projecte es pretenien aconseguir tres objectius ben diferenciats:

- 1- Dotar a l'empresa d'una documentació de la qual no estava en possessió i que en un futur li podria ser de gran interès
- 2- Proposar una sèrie de millores tecnològiques en els seus sistemes per tal de marcar un camí d'innovació en les seves instal·lacions
- 3- Començar aquest camí de posta al dia dels seus sistemes tot millorant les instal·lacions de la zona de la casa comporta

Així doncs el camí marcat per aquest projecte ja ha estat començat amb gran èxit, ja que la instal·lació del nou quadre de comandament de l'escura reixes i del bagant que hi ha a la vora ja ha passat el període de proves i funciona correctament. Sobretot mencionar el correcte funcionament del sistema d'activació de la pala de l'escura reixes a través dels dos nivells del canal, millora que ha suposat un augment en l'autosuficiència d'aquest sistema.

Quant a les restants propostes de millora s'han buscat ofertes per tal que en un futur, esperem que no molt llunyà, puguin fer-se realitat. Aquestes propostes i ofertes han de servir perquè en un segon pas es pugui estudiar les viabilitat econòmica del les mateixes i continuar innovant, cosa que avui en dia és imprescindible perquè les empreses tirin endavant.





AGRAÏMENTS

Voldria agrair l'ajuda que tantes persones m'han ofert per tal de portar aquest projecte per bon camí. Sense aquesta ajuda aquest projecte no hauria estat possible.

Primerament donar les gràcies a tots els treballadors d'Elèctrica Vaquer, des dels tècnics Antoni, Joan Manel i Rossendo, fins a les persones de l'oficina, Maria i Eva. Especialment donar les gràcies al seu gerent, Josep Vaquer, sense el suport i confiança del qual, les modificacions realitzades a l'empresa no haurien estat possibles, i també especialment al tècnic Rossendo Terrades per la seva paciència i bons consells alhora de dissenyar i muntar el quadre de control de l'escura reixes.

Agrair també el suport, les correccions, la dedicació i els bons consells que m'ha donat l'Antoni Sudrià, professor de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona, com a director d'aquest projecte. Les seves idees han estat un gran ajut perquè aquest projecte hagi pogut tirar endavant i s'hagi fet realitat.

Finalment donar les gràcies als meus germans, Elisabeth, Albert i Raimon i també als meus pares, M^a Isabel i Josep, per la paciència i suport que m'han donat. A tots els amics i en especial a l'Olga Soler, pels seus ànims i confiança en mi.





BIBLIOGRAFIA

- [1]** Boix Aragonès, Oriol; Sudrià Andreu, Antoni; Bergas Jané, Joan *Automatització industrial amb GRAFCET* Barcelona, Edicions UPC, 1993
- [2]** Orille Fernández, Angel Luís *Centrales elèctriques I* Barcelona, Edicions UPC, 1991
- [3]** Roca Ravell, Felip *Oleohidràulica bàsic. Diseño de circuitos* Barcelona, Edicions UPC, 1997
- [4]** Bonafatti, Flavio; Monari, Paola Daniela; Sampieri, Umberto *IEC1131-3 Programing Methodology* Fontaine, Ferance, Edicions Omniservices 2001, Publicat per CJ International Groupe AlterSys
- [5]** Manual de software del controlador Alpha de Mitsubishi Electric, Març 2000
- [6]** Manual de programació del controlador Alpha de Mitsubishi Electric, Abril 1999
- [7]** Manual del hardware del controlador Alpha de Mitsubishi Electric, Març 2002
- [8]** Manual de hardware i programació del controlador Logo!, Juliol 2001
- [9]** Manual de l'Elcat 7, Febrer 2002



